

製炭試験 第4報

薬品による収炭量の増加に関する試験

岸 本 定 吉⁽¹⁾ 杉 浦 銀 治⁽²⁾
阿 部 房 子⁽³⁾ 山 口 彰⁽⁴⁾
雲 林 院 源 治⁽⁵⁾

目 次

1. はじめのことば.....	3
2. 試験および結果の判定.....	5
2. 1 実験室における試験.....	5
2. 1. 1 おがくずによる炭化試験	5
2. 1. 1. 1 試験方法.....	5
2. 1. 1. 2 試験結果および考察.....	6
2. 1. 2 木片による炭化試験	7
2. 1. 2. 1 試料を加熱した溶液に浸した場合の炭化試験.....	7
2. 1. 2. 1. 1 試験方法	7
2. 1. 2. 1. 2 試験結果および考察	7
2. 1. 2. 2 溶液を加熱しない場合の炭化試験.....	8
2. 1. 2. 2. 1 試験方法	8
2. 1. 2. 2. 2 試験結果および考察	9
2. 1. 2. 3 無機塩類を昇華しそのガス気流中での炭化試験.....	9
2. 1. 2. 3. 1 試験方法	9
2. 1. 2. 3. 2 試験結果および考察	10
2. 1. 2. 4 無機塩類溶液中に浸透剤を用いた場合.....	10
2. 1. 2. 4. 1 試験方法	10
2. 1. 2. 4. 2 試験結果および考察	10
2. 2 炭がまによる試験.....	11
2. 2. 1 標準炭材による炭化試験	11
2. 2. 1. 1 炭材片を薬品溶液にて煮沸した場合の炭化試験.....	11
2. 2. 1. 1. 1 試験方法	11
2. 2. 1. 1. 2 試験結果および考察	12
2. 2. 1. 2 標準炭材を塩類溶液で加熱した場合の炭化試験.....	13
2. 2. 1. 2. 1 試験方法	13
2. 2. 1. 2. 2 試験結果および考察	14

(1) 林産化学部林産製造科長兼木炭研究室長 (2)(3)(4)(5) 林産化学部林産製造科木炭研究室員

2. 2. 1. 3	標準炭材に塩類溶液を塗布した場合の炭化試験	15
2. 2. 1. 3. 1	試験方法	15
2. 2. 1. 3. 2	試験結果および考察	15
2. 2. 1. 4	塩類溶液の濃度による影響	16
2. 2. 1. 4. 1	試験方法	16
2. 2. 1. 4. 2	試験結果および考察	16
2. 2. 2	炭材全部に薬品処理した場合の製炭試験	17
2. 2. 2. 1	千葉県筒森国有林における黒炭がまの製炭試験	17
2. 2. 2. 1. 1	試験方法	17
2. 2. 2. 1. 2	試験結果および考察	18
2. 2. 2. 2	福島県小塚試験地における黒炭がまの製炭試験	25
2. 2. 2. 2. 1	塗布法による標準炭材の炭化試験	25
2. 2. 2. 2. 2	塗布法, 煮沸法, 散布法による炭がま製炭試験	25
2. 2. 2. 2. 3	散布法による製炭試験	28
2. 2. 2. 3	岩手県好摩分場における黒炭がまの製炭試験	33
2. 2. 2. 3. 1	試験方法	33
2. 2. 2. 3. 2	試験結果および考察	34
2. 2. 2. 4	山形県釜淵分場における白炭がまの製炭試験	36
2. 2. 2. 4. 1	試験方法	36
2. 2. 2. 4. 2	試験結果および考察	37
2. 2. 2. 5	大分県佐伯営林署青山国有林における白炭がまの製炭試験	42
2. 2. 2. 5. 1	試験方法	42
2. 2. 2. 5. 2	試験結果と考察	43
2. 2. 3	触媒製炭による木炭の炭質試験	48
2. 2. 3. 1	工業分析	48
2. 2. 3. 1. 1	試験方法	48
2. 2. 3. 1. 2	試験結果および考察	49
2. 2. 3. 2	塩素の定量	49
2. 2. 3. 2. 1	試験方法	49
2. 2. 3. 2. 2	試験結果および考察	49
2. 2. 4	燃焼試験	50
2. 2. 4. 1	燃焼試験	50
2. 2. 4. 2	試験方法	50
2. 2. 4. 3	試験結果および考察	50
2. 3	各地における試験結果	53
2. 3. 1	岩手県林業試験場における試験	53
2. 3. 2	島根県森林道場における煮沸法による触媒製炭試験	54

2. 3. 3 長野県駒ヶ根市における黒炭がまによる触媒製炭試験	55
2. 3. 4 岐阜県林業試験場における触媒製炭試験	56
2. 3. 5 長野県丸子町における白炭がまによる触媒製炭試験	56
2. 3. 6 東京都五日市町における白炭がまによる触媒製炭試験	56
2. 3. 7 岩手県木炭協会における白炭がまによる触媒製炭試験	59
2. 3. 8 群馬県における白炭がまによる触媒製炭試験	59
3. むすびのことば	61
文 献	63
Résumé	63

1. はじめのことば

木材を熱分解する際、無機塩類が触媒機作を有することについては多くの報告がある¹⁾²⁾³⁾。たとえば、FREMY, BESSETT, SCHERGER らの石灰による乾留実験, PALAMY⁵⁾, HAWLEY⁵⁾⁶⁾ らのリンサンを使用した例, 三浦の酢酸石灰による実験例⁷⁾, 無機塩類による木材耐火性に関する諸研究¹⁵⁾¹⁶⁾¹⁷⁾, 木材の熱分解機構に関する無機塩類の触媒機作に関する諸研究¹⁸⁾¹⁹⁾ などがある。これらは木材乾留産物の収量増加, 特に有機酸, アセトンなどの収得量の増加を期待する研究が多く, また, 木材の耐火性と関連づけた研究も多い。木炭の増収を直接目的とした研究は見あたらないが, 上記諸研究は結果において木炭の収得量にすこぶる関係している。わがくにの製炭は木炭の収得を目的として行われ, その他の乾留産物については省みない。そこで, これら排煙中に含まれる各種成分の生成を少なくし, 逆に, 炭がま中に残る木炭量を増加する製炭法が望ましい。炭化速度を制限する各種の操作がこの目的のために行われている一方法で, たとえば炭化中の煙道口制限による炭化速度の制御, 炭材中に水分を多量に含ませることによる炭化速度の抑制などがこの例であるが, 既往の炭化実験ではいかに上記の操作を行つても収炭率には限度があつて白炭がま 12~13%, 黒炭がま 17~18% 以上にあげることは困難である。これ以上収炭率の向上を期待するためには特殊の製炭方法がとられなければならない。そこで著者らは, 無機塩類の触媒機作を製炭の際利用することにより, 収炭率を増加させる方法につき試験を行つた。炭がまは粘土あるいは砂れきを用いてつくるため, 耐酸, 耐アルカリ性であり, また, 炭がまのつくられている環境から, 排ガスによる衛生上の問題も, 都市におけるほどうん蔽に考える必要もない。ただ, 製品としての木炭は暖房用が多いため燃焼に際し, 衛生上有害なガスが発生してはならないし, また立消え, 爆跳などがあつてもならない。また, 無機塩類の使い方も製炭夫が容易に使いうる, 費用のかからない方法でなければならず, そのうえ効果が明らかで経済的に収益も十分あがる方法でなければならない。以上の観点から, はじめに, 既往の実験例から木炭増収に顕著な効果を示す薬品につき検討し, えられた木炭の特性もあわせ検討し, また経済性も考慮した結果, 使用薬品としては肥料が最も安価であり, また有効でもある見とおしを得たので, はじめに市販肥料につき, とくにその増収効果につき, おがくずを用い試験を行つた。この結果, 硫安, 尿素, 塩安などいずれも有効であるが, 硫安は炭化中 SO_2 の発生があり, また, 木炭中に S が残るため, 燃焼に際し, い黄臭が感ぜられ, 尿素は炭化中悪臭がはなはだしく, 塩安は比較的上記の欠点は少ないことが認められた。そこで, 塩安につきその増収効果を引きつづいて試験した。試験方法はおがくずに

一定濃度の塩安を浸透させ一定条件で炭化することにより、塩安濃度と収炭率の増収との関係を求め、両者には対数的関係があることを明らかにし、塩安 11% (重量比) 使用することにより収炭率は約 2 倍に増加することが明らかになった。また、一定型に鉋削した木片を試料とし、一定濃度の塩安液に浸漬し、あるいは煮沸し炭化することにより、それらの処理方法による増収効果も明らかにした。木片ではオガクズほどの効果は認められなかったが、上記処理により針葉樹は約 40~50% の木炭収得量の増加が認められ、広葉樹でも 30~40 % の同様な増加が認められた。これらの結果は塩安の浸透量に関係することも明らかになった。つぎに炭材を使用する試験に移ったが、はじめに、通常製炭材に使用されている樹種につき、直径約 5 cm 長さ約 10 cm の皮付素材を二つ割とし、その一方に一定濃度の塩安溶液を塗布し、なるべく一定の条件で保存し、薬液を材中に拡散せしめ、さらに無処理のものと、炭がま中にて同時に炭化し薬品効果を比較したが、上記と同様に明らかな効果がみとめられた。特に、針葉樹など軟質材では効果が著しかった。この試験にもつぎ、千葉県夷隅郡筒森国有林で実際の黒炭がまにつき、塩安による増収試験を行つた。処理方法は炭材に濃厚塩安液を塗布し、ビニールにて数日おおい、薬液が材中に拡散してから製炭を行つたが、約 15 % の増収結果をえた。このさい、炭化中の排煙についても臭気、そのほか衛生上の問題について後記の試験を行い、有害とは認められなかったが、炭化に際しては従来製の炭法とことなり、特に精練時期に塩安ガスの排気が多く、一部は結晶して煙道壁につくことが認められた。塩安は 339°C で昇華するため、木材の熱分解に際して、接触機作を行つた後、最後は昇華し、木炭中に塩安が残留しないことが製炭に塩安を使うゆえんでもあるが、このために炭化最後のねらし時期には塩安ガスが多量排出し、その一部が煙道壁につくことが明らかになった。木炭はかま底に接する部分に塩安臭が感ぜられた。この試験結果は林業技術⁹⁾に中間報告したが、各地の炭やき業界に反響が大きく、各地で追試が行われた。その主なる結果については本文末尾に引例した。黒炭がまについては引きつづき浅川実験林(東京都八王子市長房町 1833)、小塚試験地(福島県双葉郡大熊町野上)において試験をつづけ、炭材処理方法としては塗布法のほかに煮沸法、浸漬法なども試験し、いずれも著効がみとめられたが、これらの方法は器材および労力を要し、また炭材処理に時間を要するため、実際の製炭の際には、これらの方法を用いることは不可能のことが明らかになったので、塩安の昇華性を利用する散布法、すなわち、炭がま内に塩安を散布する方法につき、試験を行い同様に有効な結果を得た。この方法は容易で、実用的価値がみとめられ各地方で追試が行われたが、それらについても試験例としてこの報告に集録した。

白炭がまについては散布法だけ試験した。白炭がまはかま外消火し、かま内高温の中に炭材詰込みを行うので、炭材詰込み後も相当にかま内は高温である。したがって、炭材詰込後塩安を散布すると、たちまち塩安はガス化し、炭材表面に固着するため、結果はきわめて良好であつた。白炭がまの試験は東京都八王子市林業試験場浅川実験林のほかに、東京都西多摩郡五日市町民有林、山形県真室川町釜淵林業試験場釜淵分場付近の国有林で小型の山形日がまについて、大分県佐伯営林署管内青山国有林で大型の日向がまについて行つたが、後記のとおり、収炭量は 10~15~30 % の増加を示した。民間においても長野県、岩手県、東京都、岐阜県、福島県、群馬県などで行われ、後記のとおり有効な結果を示した。炭がま製炭試験で共通にみとめられたことは、炭化中塩安のために炭化が抑制され、炭がま温度が低く、精練(ねらし)時間が長くなり、灰化を多くするおそれが多く、したがってねらしは通常製炭より早目に開始し、煙道口を約 2 倍に拡大することにより、炭化のおくれを防止し、灰化も防ぎうることが明らかになった。また、塩安の使用量も出炭量の 1 % 程度が標準であり、収炭量の増加も 10~15 % が期待され、軟質材は硬質材

よりも増収が期待され、小がまは大きがまより有効である。塩安を用いる製炭では、しだいに炭がま内への残留物を蓄積するため、普通製炭と交互に行うことが望ましく、塩安そのものより、ほかの塩化物をも混入する方がよい。また塩安は粒状より粉末の方がガス化が早く、炭がまに残留する量も少ない。上記の試験中に、A調味料会社、U曹達会社その他から、木炭増量剤として塩安を主剤とする薬品が売り出されたが、その試験結果も後記のとおり、有効であつた。

この試験は昭和 29 年からはじめ、目下引きつづき試験中であるが、一応成果をえたのでここに取りまとめ製炭試験第4報として報告する。

この試験を行うに当たり、試験の性質上現地試験を各地で行つたので多数官民の方々が関係することになったが、これらの方々に、その御好意と御協力に対し厚く感謝する次第である。とくに、この試験の遂行に格別の援助協力を煩わした平野孝二技官(元林野庁林産課)、元千葉営林署柏木義男署長、同筒森事業所職員の方々、元佐伯営林署長松岡明技官および署員の方々、東京都庁林務課角忠治技師ほか、西多摩林産物検査員の方々、岩手県林業試験場、岩手県木炭協会、島根県森林道場職員の方々、長野県林政課松沢寿司技師、長野県駒ヶ根市竹村喜作氏の諸氏に深く感謝する次第である。

最後に、長期にわたるこの試験に御指導、御協力をえた当场各関係官にも厚く感謝の意を表する。

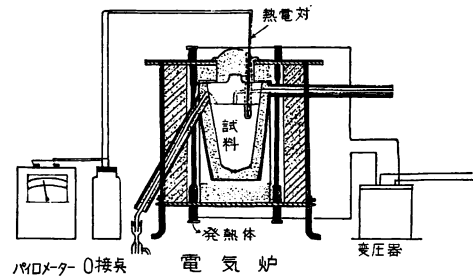
2. 試験および結果の判定

2.1 実験室における試験

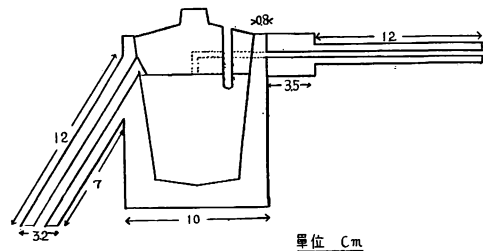
2.1.1 おがくずによる炭化試験

2.1.1.1 試験方法

アカマツ乾燥おがくず 10 g をとり、べつに、 NH_4Cl 、 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 、 $\text{NH}_2\text{SO}_3\text{H}$ 1 モル標準溶液と $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ およびカリ安 10% 溶液をつくり、これの溶液 1, 2, 3, 5, 10, 15, 20, 25, 30 cc を上記おがくずに加え浸透せしめ、そのまま24時間デシケーター中に保存後、第1・2図のフィニヤートロツプシュ型炭化炉を用い、電気炉で炭化した。 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 、 $\text{NH}_2\text{SO}_3\text{H}$ 、 NH_4Cl は化学用特級品、尿素はT社製、カリ安はA社製肥料を用いた。炭化条件は、炭化最高温度 500°C 、炭化最高温度に達してからの炭化時間1時間、最高温度に達するまでの炭化の速度 $3^\circ\text{C}/1$ 分とし、炭化終了後は炉より直ちに取り出し、冷却後木炭重量を測定し、絶乾時の収炭率を算出した。炭化試験の際には無処理のおがくずも用い、これを比較試料とした。えられたおがくず炭については一般コークス類の工業分析の方法(JIS K 2101 号)で工業分析を行つた



第1図 試験装置
Fig. 1 Apparatus for carbonization experiment



第2図 試験炉(ステンレス製)
Fig. 2 Experiment retort (made of stainless steel)

2. 1. 1. 2 試験結果および考察

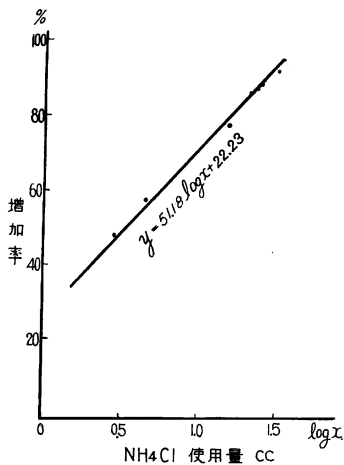
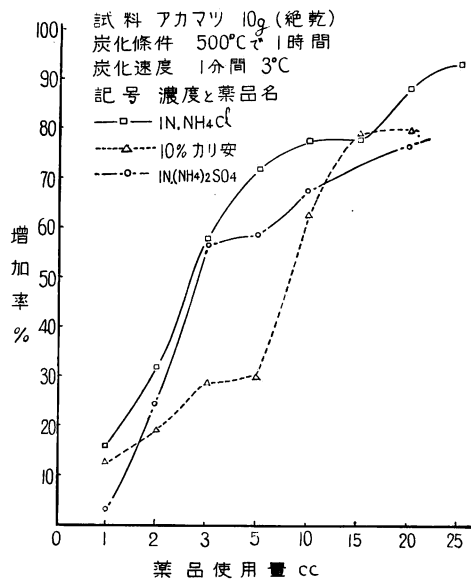
試験結果は第1表、第4図に示したが、何も加えない場合は炭化率は30.5%であつたが NH_4Cl 1N・1 cc を加えたものは炭化率の増加率が16.2%、5 cc を加えたものは57.1%、30 cc 加えた場合は96.5%増加した。炭化率の増加率と NH_4Cl 使用量との間には対数的関係が認められ、第3図の試験結果から $y = 51.18 \log x + 22.23$ の実験式が求められた。 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 、 $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ 、カリ安も同様に木炭収量の増加が認められた。

おがくず炭の工業分析は第2表に示したとおり、水分、揮発分は薬品の種類にかかわらずほとんど変

第1表 おがくずをつかつたときの炭化率

Table 1. Charcoal yields of sawdust treated by chemicals

添加量 cc	1 N. $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ 1/10	カリ安 1/10	1 N. NH_4Cl	1 N. $\text{NH}_2\text{SO}_3\text{H}$	備 考
0	30.49	30.50	—	—	—	アカマツ鋸屑 10~20 mesh
1	31.38	31.49	34.41	34.8	—	10 g 試料につき試験
2	37.93	—	36.38	—	—	放置時間は24時間
3	47.79	36.56	39.47	39.1	—	収炭率は絶乾試料について計算
5	46.34	41.66	39.80	41.8	46.8	
10	51.22	—	48.65	45.8	49.9	
15	39.40	42.70	54.75	47.3	51.7	
20	53.90	—	54.65	50.4	54.0	
25	—	—	—	51.6	54.1	
30	—	—	—	52.4	—	

第3図 NH_4Cl 濃度と炭化率の増加率Fig. 3 The relation of NH_4Cl concentration and increase of charcoal yield

第4図 各種薬品による炭化率の増加率

Fig. 4 The relation of kind of chemicals and increase of charcoal yield

第2表 おがくず炭の工業分析結果

Table 2. Industrial analysis of sawdust charcoal

添加量cc	工業 分析%	薬品名 1 N. (NH ₄) ₂ SO ₄			CO(NH ₂) ₂ $\frac{1}{10}\%$			カリ安 $\frac{1}{10}\%$		
		水分	灰分	揮発分	水分	灰分	揮発分	水分	灰分	揮発分
		水分	灰分	揮発分	水分	灰分	揮発分	水分	灰分	揮発分
無	処	4.27	1.92	18.03	—	—	—	—	—	—
	理									
1		4.65	3.15	—	5.29	2.73	—	4.34	2.84	—
2		5.42	2.18	—	5.84	2.69	—	5.37	2.68	—
3		5.60	2.43	—	5.38	2.61	17.12	5.45	4.23	14.05
5		6.22	2.99	—	8.73	1.96	—	6.36	2.86	—
10		7.56	2.27	15.64	6.54	2.69	15.50	6.96	3.45	12.24
15		7.53	3.24	—	6.21	2.61	—	6.79	4.52	—
29		8.13	2.58	—	5.18	1.62	—	5.89	8.18	—

注：3回試験の平均値を示す。

化がなく、灰分はカリ安を加えたものは 2.84% より 8.18% に増加したが、他はほとんど変化がなかった。カリ安は KCl を含むため灰分は増加したと考えられる。

おがくずの炭化に際し、硫酸、塩安、尿素、カリ安の木炭増量効果は明らかになったが、尿素は炭化に際し悪臭を発生し、カリ安は灰分の著増をきたし、硫酸は木炭中に S の含有量が増加するので、製炭の目的からは塩安が比較的欠点が少ないことを認めた。

2. 1. 2 木片による炭化試験

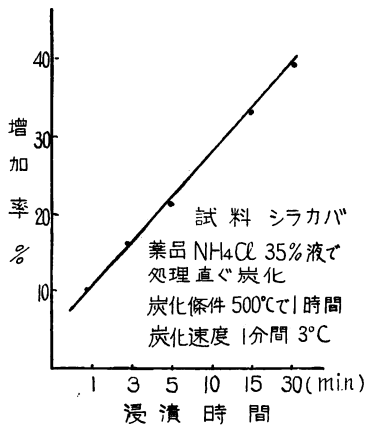
2. 1. 2. 1 試料を加熱溶液に浸漬した場合の炭化試験

2. 1. 2. 1. 1 試験方法

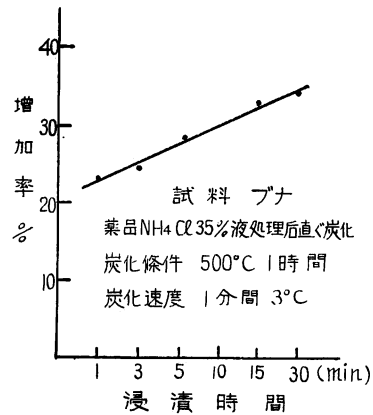
試料は北海道定山溪産シラカバ、青森県十和田産ブナを 30×27×13 mm に鉋削したものと、別に試料の長さや浸漬時間との関係を明らかにするため、上記シラカバを第7図のとおり小口面を 10 mm の角柱とし、センイの方向に長さ 20, 30, 40, 50 mm に調製したものにつぎ炭化試験を行つた。溶液は NH₄Cl 35%, 加熱温度 60°C とし、試料をおのおの 1, 3, 5, 10, 15, 30 分間、浸漬後、直ちに上記 2. 1. 1. 1 の炭化方法にしたがい炭化し、その炭化率の増加率を計算した。

2. 1. 2. 1. 2 試験結果および考察

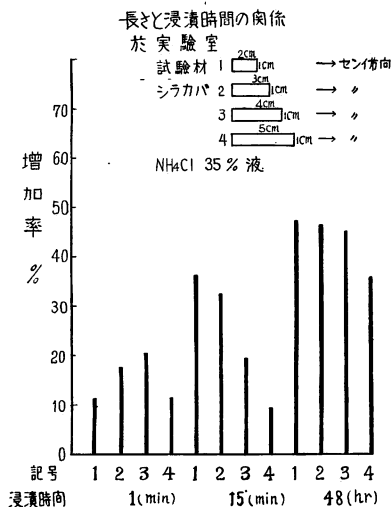
試験結果は第 5・6・7 図に示したが、シラカバは浸漬時間 1 分後、炭化率の増加率は 9.61 % であるが、10 分後 32.99 %, 30 分後 36.1 % に達し、炭化率の増加率と浸漬時間との間には対数的関係があることが認められた。ブナは同じ 1 分後 23.42 % であつたが、10 分後は 26.99 %, 30 分後は 34.66 % であり、同様に対数的関係が認められた。長さや浸漬時間に関しては第 7 図に示したとおり、浸漬時間が長くなるにしたがい炭化率の増加率は増加したが、長さが短いものは長いものより効果が大きく、溶液の浸透、拡散はセンイに直角の方向よりも小口面から行われるものの方が大きいことを示した。上記実験の結果、炭材を溶液に浸漬する時は 60°C くらいの加熱を必要とし、少なくとも 5 分間浸漬し、小口面を浸漬することが必要であることが推定された。カリ安を用いた異方向の収縮率については第 3 表のように各方向とも収縮率が少ない。



第5図 浸漬時間と炭化率の増加率
Fig. 5 The relation of soaking time to NH_4Cl solution and increase of charcoal yield



第6図 浸漬時間と炭化率の増加率
Fig. 6 The relation of soaking time to NH_4Cl solution and increase of charcoal yield



第7図 炭化率の増加
Fig. 7 The relation of wood length, soaking time and increase of charcoal yield

2. 1. 2. 2 溶液を加熱しない場合の炭化試験

2. 1. 2. 2. 1 試験方法

ユナラ (福島県小塚試験地産), ヒノキ・スギ (東京都浅川実験林産), ブナ (青森県十和田産), ミズメ (長野県産) を $3 \times 2.7 \times 1.3 \text{ cm}$ に鉋削し試料とした。薬品は肥料用硫安 (N社製), 尿素 (T社製), カリ安 (A社製), 塩安 (A硝子社製) 硝安 (M社製) を用い, おのおの飽和溶液中に7日間浸漬後 2. 1. 1. 1 の炭化方法により炭化し, 炭化率の増加率および収縮率を計算した。

第3表 触媒製炭の収縮率の増加率

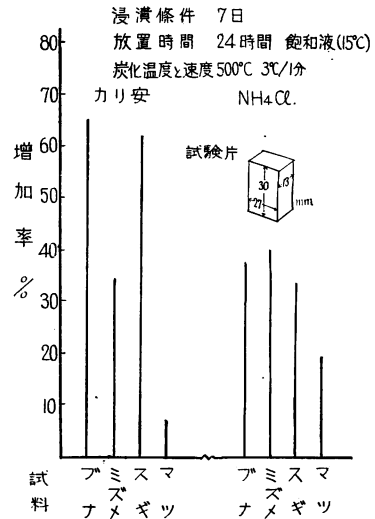
Table 3. Change of shrinking ratio in catalytic charcoal making

樹 種	使用薬品と条件	無処理に対する増加率 %			備 考
		長さの方向	センイ方向	センイ直角方向	
ブ ナ	カリ安 (28%液) 7日浸漬	7.7	5.2	15.2	試料 $27 \times 30 \times 13 \text{ cm}$ 炭化温度 500°C で 1 時間 炭化速度 1 分間 3°C
ミズキ		7.8	—	10.2	
スギ		6.2	8.2	15.4	

2. 1. 2. 2. 2 試験結果および考察

試験結果は第8図に示したとおり塩安およびカリ安ともに著効を認めたが、ブナ、スギに特に効果が認められた。炭化後の容積残存率は薬品処理したものは増加が認められた。

薬品は樹種により浸透および拡散状態をことにするので、炭化の際その効果もことにした。短時間の浸漬では軟質材は硬質材より効果は顕著であり、長時間浸漬すると必ずしも材の硬さには関係しない結果を示したが、この原因は試料が小型なために浸透が十分に行われるためと思われる。マツの場合は樹脂成分による影響が大きいためであろう。だが一般には浸透は材の密度に関係するため硬質材は軟質材より薬液は浸透しにくい。また硝安を使用した場合は第4表のような結果をえた。



第8図 炭化率の増加率

Fig. 8 The relation of wood species and increase of charcoal yield

第4表 NH₄NO₃ の触媒炭化試験

浸漬時間と収炭率の増加率 (500°C で1時間, 炭化速度 3°C/1分)

Table 4. Catalytic charcoal making test with NH₄NO₃

樹 種	処 理 別	浸漬時間 NH ₄ NO ₃ 20°C 60 %液 放置はデシケーター中						
		放置せず	放置48時間	放置せず	放置24時間	放置24時間	放置24時間	放置24時間
		3 分	3 分	10 分	10 分	40 分	60 分	18時間
ブナ (25.85)	増加率%	4.52	26.69	5.57	3.17	5.49	5.76	5.29
コナラ (27.39)	増加率%	5.25	19.20	1.13	—	—	2.59	—
シラカバ (25.22)	増加率%	2.85	48.21	9.87	5.47	23.90	12.05	7.89
アカマツ (28.40)	増加率%	13.94	—	27.18	11.37	10.21	21.97	—
スギ (27.16)	増加率%	23.21	28.86	26.36	21.28	16.49	14.54	20.32

注：試料含水率は 11.5 % () は無処理の炭化率 %

2. 1. 2. 3 無機塩類を昇華しその気流中での炭化試験

2. 1. 2. 3. 1 試験方法

前記スギ、コナラ、シラカバの木片 (20×20×10 mm) をフィシャートロブシュの炭化炉 (第1・2図) にいれ、別に NH₄Cl および NH₄NO₃ を 2:1 に混合し、その 3.2 g を加熱によりあらかじめ気化し、炉の下底から炉温 270°C になつたときガスを送入した。炭化条件は 2. 1. 1. 1 と同様で、炭化後炭化率およびその増加率を算出した。

2. 1. 2. 3. 2 試験結果および考察

試験結果は第 5・6 表に示したが、スギは増加率 32.5 および 33.7 % に達し、ブナは 8.1 %, シラカバ 14.1 %, コナラは 0 % であった。軟質材は硬質材よりも効果は明らかで、特にスギは浸漬の場合とほとんど同様な結果を示した。

第 5 表 塩類ガス気流中の炭化試験

Table 5. Carbonization experiment in gas stream of some salts

樹 種	炭 化 率		同増加率 %
	処 理	ナ シ	
コ ナ ラ	25.6	25.4	0
ブ ナ	28.0	25.9	8.1
シ ラ カ バ	28.9	25.2	14.1
ヒ メ コ マ ツ	34.1	28.4	20.0
ス ギ	37.2	28.4	32.5

- 注：1. 使用塩類 NH_4Cl および NH_4NO_3 を 2 : 1 に混合し 3.2 g を使用。
 2. 炭化温度 500°C。
 3. 炉温 270°C になつてから上記塩類ガスを通した。
 4. 試料の大きさ、 $20 \times 20 \times 10 \text{ mm}$ 、1 個の重量 4~8 g、5 個を同時に炭化した。

第 6 表 NH_4Cl のガス気流中の炭化試験Table 6. Carbonization experiment in NH_4Cl gas stream

樹 種	炭 化 率 %		同増加率 %	備 考
	無処理	処 理		
ス ギ 辺 材	26.39	35.27	33.65	1. NH_4Cl 2 g
	26.87	37.18	38.37	2. 炭化温度 500°C で 1 時間
	26.40	34.05	28.98	3. 炉内に試料とともに NH_4Cl を入れる。
平 均	26.55	35.50	33.67	4. 試料含水率 10.5 % $20 \times 20 \times 10 \text{ mm}$ 4 個

2. 1. 2. 4 無機塩類溶液中に浸透剤を用いた場合

2. 1. 2. 4. 1 試験方法

塩類溶液に界面活性剤を加え浸透性を助長し、その効果を驗した。界面活性剤は K 社製 Scourol 100, Scourol 400, Scourol 900, Pelex OT を用い、別に界面活性剤を用いないものを炭化しその比較を行つた。無機塩類には NH_4Cl 28 % 溶液を用い、これに界面活性剤を 0.5 % 加え、浸漬時間は 1 時間および 65 時間とし、炭化炉および炭化条件は 2. 1. 1. 1 によつた。

2. 1. 2. 4. 2 試験結果および考察

試験結果は第 7 表に示したが、いずれの浸透剤も効果が明らかでなく、浸透剤を使用しないものと比較し、ほとんど差異が認められなかつた。

第7表 各種試験片による浸透剤の比較と炭化率の増加率 NH_4Cl (肥料用)
 Table 7. Comparison of effect of surface active agent tested with several wood species and increase of charcoal yield

浸透剤名	樹種	乾・生材別	NH_4Cl 濃度 %	浸漬時間 (分)	収炭率の増加率 %
Scourol 100 NH_4Cl 液に 0.5%	ヒノキ	乾生 8.7%(含水率)	28	1	28
	ブナ	生	28	1	15
	コナラ	生	28	65	37
	シラカバ	生	14	1	7
	シラカバ	生	14	1	9
Scourol 400 " 0.5%	ヒノキ	乾生	28	1	32
	ブナ	生	28	1	14
	コナラ	生	28	65	38
	シラカバ	生	14	1	6
	シラカバ	生	14	1	9
Scourol 900 " 0.5%	ヒノキ	乾生	28	1	25
	ブナ	生	14	1	47
Pelex OT " 0.5%	ヒノキ	乾生	28	1	19
	ブナ	生	28	1	16
	コナラ	生	28	65	44
	シラカバ	生	14	1	13
	シラカバ	生	14	1	8
NaHSO_3 " 0.5%	コナラ	生	14	1	7
	シラカバ	生	14	1	10
標準	ヒノキ	乾生	28	1	21
	ブナ	生	28	1	12
	コナラ	生	28	65	41
	シラカバ	生	14	1	15
	シラカバ	生	14	1	10

2. 2 炭がまによる試験

前項のとおり実験室の炭化試験によれば、薬品による木炭の増収効果は明らかなので、つぎに炭がまによる製炭の際の薬品の効果につき下記の試験を行つた。試験ははじめに、あらかじめ、処理した炭材を数個調製し、これを標準炭材とし、一般炭材に混じ炭がま中に入れ、製炭を行い、出炭後各試料につきその炭化率を計算し、増加率を計算した。

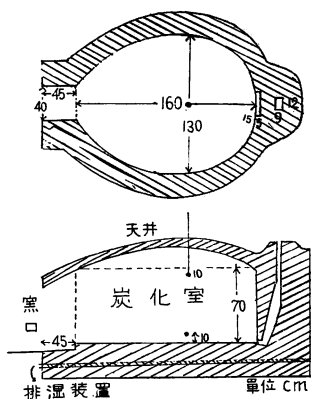
試料の調製方法は塗布後、煮沸法などを使用した。その後、炭がまの炭材をことごとく薬品処理し、その増収効果を試験した。

2. 2. 1 標準炭材による炭化試験

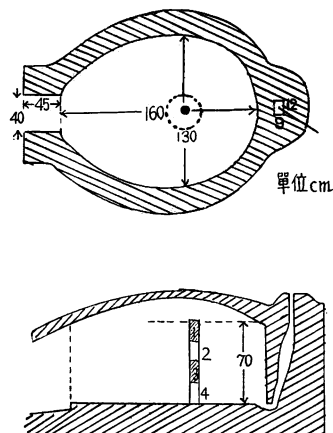
2. 2. 1. 1 炭材片を薬品溶液にて煮沸した場合の炭化試験

2. 2. 1. 1. 1 試験方法

ブナ、コナラ、シラカバ、スギの直径 5~6 cm の炭材を長さ 15 cm に鋸断し、さらに、これを山刀で二つ割とし、その一方を NH_4Cl 40 % 溶液に、3 分間 80°C で煮沸の後、デシケーター中に 4, 7, 9, 11, 13 日間保存し、第 9・10 図の浅川実験林の炭がまで同時に炭化し、その炭化率をおのおの計算し、その増加率を算出した (第 9 表, 第 13 図)。また、別に煮沸の効果を知るためにスギ辺材を上記と同様に処理し、 NH_4Cl 40% 80°C の場合と 20°C (気温) の場合につき、おのおの 1, 3, 5, 10, 17 分、浸漬処理し、上記と同様に炭化し、その炭化率の増加率を計算した。またさらに、乾燥材と生材との煮沸効果を知るためコナラ生材と乾燥材につき同様に NH_4Cl 40% 溶液中、80°C にて 1, 3, 5, 10, 15 分間浸漬処



第 9 図 黒炭試験がま
(林業試験場浅川実験林)
Fig. 9 Sketch and measurement
of charcoal kiln for experiment



第 10 図 標準炭材および試験材の詰込位置
(黒炭試験がま 林業試験場浅川実験林)
Fig. 10 Position of standard sample
wood for charcoal in kiln

理し、上記と同様に炭化し、その炭化率の増加率を計算した。

2. 2. 1. 1. 2 試験結果および考察

試験結果は第 8・9・10 表および第 11 図に示したが、スギは増加率が 60 %に達し、最も多く、シラカバ約 40 %でこれにつぎ、ブナ約 35 %，コナラ約 30 %で、ほぼ材の密度に関係することが明らかになった。また、80°C に加熱処理したときはその後の放置期間には関係が認められなかった。加熱処理し

第 8 表 加熱処理後の放置期間と収炭率の増加率
Table 8. Laying time after chemical treatment and increase of charcoal yield

樹 種	無処理炭化率 %	放 置 期 間			
		4 日		13 日	
		炭化率 %	増加率 %	炭化率 %	増加率 %
ブ ナ	24.06	33.78	40.40	32.97	37.03
シ ラ カ バ	24.43	39.39	61.24	34.27	40.28
コ ナ ラ	25.25	37.14	47.09	32.11	27.17
ス ギ	27.63	44.36	60.55	42.65	54.36

注：NH₄Cl 80°C 飽和溶液

第 9 表 触媒製炭試験結果
Table 9. Results of catalytic charcoal making in Asakawa

回 数 (月 日)	炭材重量 (kg)			木炭重量 (kg)			収炭率 %	最高温度 (°C)			炭化時間 (時)
	上げ木	立て木	合計	上げ木	立て木	合計		天井部	かま 底部	煙突口	
1 (2 月 5 日)	45	180	225	3.0	31.5	34.5	15.33	640	470	315	54
2 (2 月 11 日)	60	230	280	5.5	40.0	45.5	16.25	705	470	320	54
3 (2 月 18 日)	60	250	310	6.75	43.0	49.75	16.04	745	470	345	54
4 (2 月 25 日)	60	270	330	5.3	50.0	55.3	16.75	720	470	320	52
5 (3 月 3 日)	60	260	320	7.2	46.3	53.5	16.71	675	470	333	57

注：浅川実験林の黒炭試験がまの普通製炭の試験結果で、この中に薬品処理した炭材数個を一般炭材に混ぜ炭化し第 8 表の結果をえた。

第10表 かま内位置による炭化率と増加率の関係

クスギ (含水率 10 %) 乾燥材

Table 10. The relation of position in kiln and increase of charcoal yield

かま内位置	無処理炭化率	浸漬処理炭化率	増 加 率	精練度	備 考
1	25.11 %	30.00 %	19.47 %	4	試料は長さ 15 cm, 径 9 cm, 位置は第 9・10 図参照 肥料用塩安 80°C 飽和液浸漬時間は 1 分間
2	26.04	31.40	20.58	5	
3	27.37	33.65	22.94	7	
4	29.02	36.38	25.36	8.5	

た際は 4 日以内に炭化することにより 30 % 以上の増収が期待できると考えられた。NH₄Cl 溶液の加熱温度は第 11 図に示したとおり、影響が大きい、加熱の場合にはスギ辺材では 3~5 分で十分であることが推定された。また、生材と乾燥材では、塩類溶液中の加熱処理時間により差異が認められ、生材は短時間の加熱処理では効果が乾材より劣るが、時間の経過にしたがい、乾燥材と同様な効果が期待でき、その処理時間はコナラの場合 10 分以上を要した (第 12 図)。

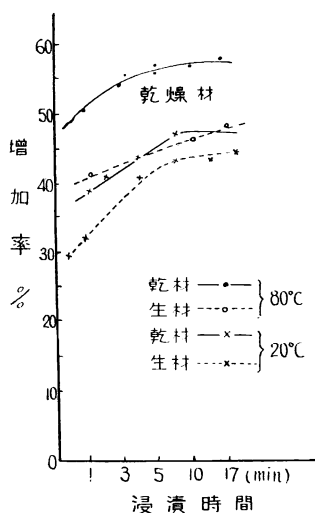
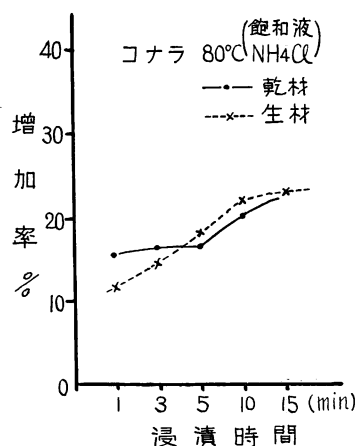
第11図 浸漬時間と増加率 (スギ辺材)
NH₄Cl 飽和溶液

Fig. 11 The relation of soaking time and increase of charcoal yield



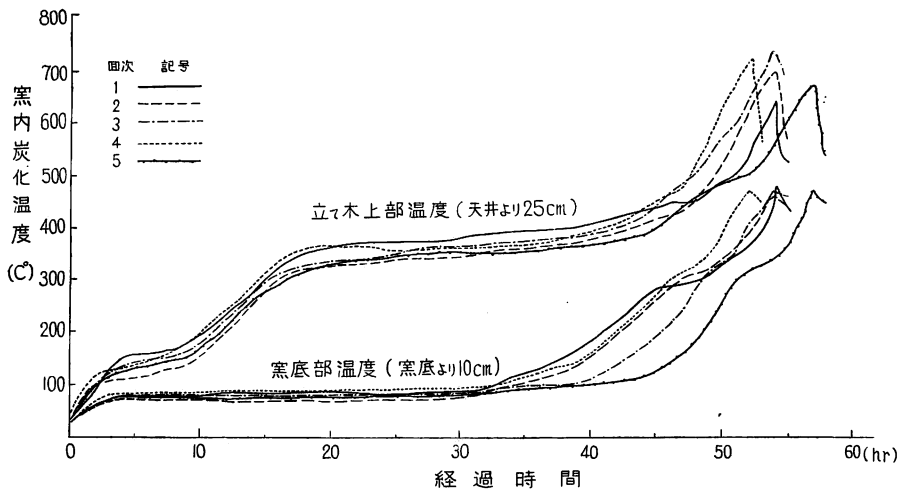
第12図 浸漬時間と増加率

Fig. 12 The relation of soaking time and increase of charcoal yield

2. 2. 1. 2 標準炭材を塩類溶液で加熱した場合の炭化試験

2. 2. 1. 2. 1 試験方法

コナラ, アカマツ (浅川実験林産), シラカバ (北海道定山溪産), 中央直径約 9 cm, 長さ 60 cm のものを NH₄Cl 40 % 溶液で 80°C, 1 分間処理の後 15 cm ずつ 4 等分し, 前記浅川実験林の炭がまの中央に入れ, これを第 10 図のように積み重ねて炭化し (第 13 図), そのおのおのにつき炭化率を計算し, その増加率を算出した。また, 比較のため用いた無処理材については炭化中, 処理材より発する塩安ガスの影響をさけるため, 無処理材だけ炭化した場合の炭化率もあわせ示した。また, 生材と乾燥材との差を明らかにするために, 伐採後 3 日間経過したものと 22 日間経過したものの 2 種類につき試験した。



第13図 触媒製炭炭化温度曲線 (試験用黒炭がま 林試浅川実験林内)

Fig. 13 Carbonization temperature curves of catalytic charcoal making in kiln

2. 2. 1. 2. 2 試験結果および考察

試験結果は第11表に示したが、コナラ、アカマツともに乾燥材の増加率が多く、また、上端および下端の増加率が多かった。乾燥材の増加率が多いことは2. 2. 1. 1. 1の試験によつて明らかであるが、特に炭材の両端が多いことは2. 1. 2. 1. 2の小口面の影響が多いことと同様に、ガス拡散の影響が考えられる。シラカバは四つ割のため小口面の影響は明らかでなかつたが、乾燥材は生材よりいちじるしく効果が認められた(第14図)。一般に下部の増加率が多いことは下部は炭化温度が低いことのほかに炭化中、薬液が下部に流下するためであろう。無処理材の炭化の際、処理材と同一かまで炭化したものは、

第11表 炭がま試験による触媒製炭
Table 11. Catalytic charcoal making experiment in practical charcoal kiln

樹種	試験片番号	無処理生材(3日間)				無処理乾材(22日間)				処 理 生 材				処 理 乾 材			
		炭化率 %	硬度	精練度		炭化率 %	硬度	精練度		炭化率 %	増加率 %	硬度	精練度	炭化率 %	増加率 %	硬度	精練度
コ ナ ラ	1	19.10	6	3.2~3.5		19.35	6	3.2~3.5		21.26	11.13	6	3.3~4	24.23	26.85	6	3.8~4.8
	2	19.60	6	3.4~4.5		21.42	6	3.3~4.5		21.56	10.00	6	3.5~5.2	23.93	22.09	6	4.8~5
	3	20.57	6	4.5~8		21.03	6	4.5~8		21.34	3.74	6	5~7.5	24.73	20.22	6	5~7
	4	21.68	6	7.5~9		23.23	6	7.5~9		24.19	11.56	6	7~9	28.44	31.18	6	7~9
ア カ マ ツ	1	21.66	1>	4.5~4.8		25.00	1>	4.5~4.8		29.58	36.56	1>	4~4.5	31.87	27.40	1>	4~4.5
	2	22.30	1>	4.5~5.7		26.15	1>	4.4~5.7		28.02	4.34	1>	4~5	32.00	22.37	1>	4~5
	3	25.14	1>	5.5~7.5		28.80	1>	5.5~7.5		28.96	6.36	1>	5~7	33.57	16.56	1>	5~7
	4	27.66	1>	7.5~9		27.33	1>	7.5~9		32.96	20.35	1>	7~9	39.11	43.10	1>	7~9
シ ラ カ バ	1	17.39	1>	3.8~4.8		22.28	1>	3.8~4.8		22.88	31.56	1	3.8~4.8				
	2	18.46	1>	4.6~7.0		23.70	1>	4.6~7.5		23.27	26.05	1	4.4~5.5				
	3	18.75	1>	5.2~7.5		22.80	1>	5.2~7.5		25.47	35.80	1>	6.3~7				
	4	20.33	1>	7.5~9		25.50	1>	7.5~9		26.66	31.13	1>	7.4~9				

注: NH_4Cl 肥料用, 粒状, 80°C 1分間処理, 試験片番号は第10図を参照。

() は伐採後の日数

無処理のみのかまで炭化したものに比較し、明らかに収炭量が多く、特にアカマツでは多かつたが、これは処理炭材から発する塩安ガスの影響によるものと考えられる。

2. 2. 1. 3 標準炭材に塩類溶液を塗布した場合の

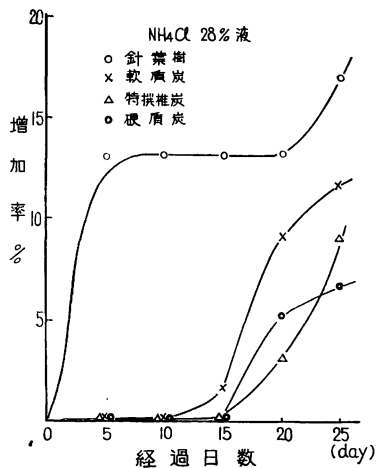
炭化試験

2. 2. 1. 3. 1 試験方法

硬質材の樹種としてコナラ、シラカシ、アラカシ、軟質材樹種として針葉樹：ヒノキ、マツ、スギ、広葉樹：ヤマザクラ、クリ、ハウノキ、ウリカエデ、ウワミズザクラ、アオハダ、準硬質材樹種としてクマシデ、エンコウカエデ、コバノトネリコ、ツバキ、リョウブ、エゴノキ、サカキ、ネジキ、イヌツゲの計 21 樹種を浅川実験林から撰定し、これから直径約 10 cm、長さ約 30 cm の炭材を調製し、これを二つ割とし、その一方に NH_4Cl 28 % 溶液を 1~5 回くり返し塗布し、おのおの恒温恒湿室 (湿度 85 %, 温度 21°C) 内にビニールシートでおおい、5~25 日間貯蔵し、塩安を材中に拡散させ、無処理の片方と同時に浅川実験林の第 9 図炭がまで製炭し、そのおのおの炭化率を比較し、その増加率を求めた。

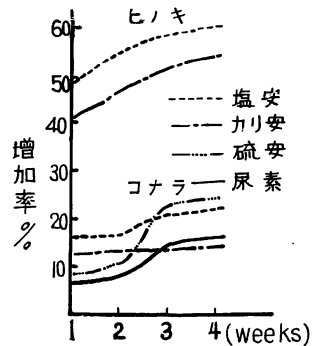
2. 2. 1. 3. 2 試験結果および考察

試験結果は第 15・16 図で示したが、針葉樹は塩安処理後、放置期間 1 週間後に、約 13 % 収炭量の増加を示し、4 週間後に 16 % に増加したが、軟質材樹種では 2 週間後から増加が認められ、3 週間後に約 10%, 4 週間後に 12 % 増加した。準硬質材樹種では 3 週間後より増加が認められ 4 週間後に約 9 % の増



第 15 図 経過日数と収炭率の増加率

Fig. 15 The relation of time lapse after treatment of chemicals and increase of charcoal yield



第 16 図 塗布法による薬品処理後の経過日数と炭化率の増加率曲線

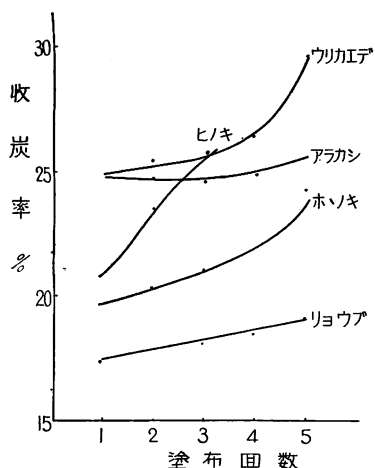
注：塗布 1 回、肥料は常温で飽和液を使う。

材の含水率は コナラ 31%

〃 ヒノキ 37%

試験月日 1956 年 2~3 月

Fig. 16 The relation of time lapse after treatment of chemicals and increase of charcoal yield



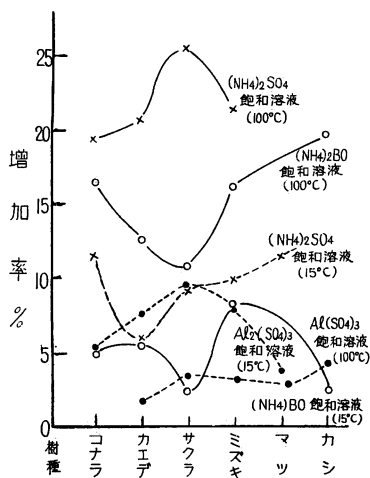
第 17 図 塗布回数と収炭率

Fig. 17 The relation of numbers of daubing times and charcoal yield

その一方に $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, $(\text{NH}_4)_3\text{BO}_3$, $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ の 15°C および 100°C との飽和液中に 10 分間浸し、同時に前記、浅川実験林の炭がま中で炭化し、炭化率を計算し、その増加率を計算した。また、別に福島県小塚試験地でサクラ二つ割、および四つ割につき肥料用塩安および硫酸飽和溶液 (22°C) を 1 日おきに 7 日間くり返し塗布の後、ビニールシートにくるみ、さらに 10 日間放置後、前記と同様に炭化し、その収炭率の増加率を算出した。

2. 2. 1. 4. 2 試験結果および考察

試験結果は第 18・19 図で示したが、溶液濃度の高いものは低いものより増加率が多く、 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ では 15°C の飽和溶液で処理したものに比べ、 100°C の飽和溶液で処理したものは 2~4 倍増加してい



第 18 図 溶液濃度と炭化率の増加率
Fig. 18 The relation of wood species, kind of chemicals and increase of charcoal yield

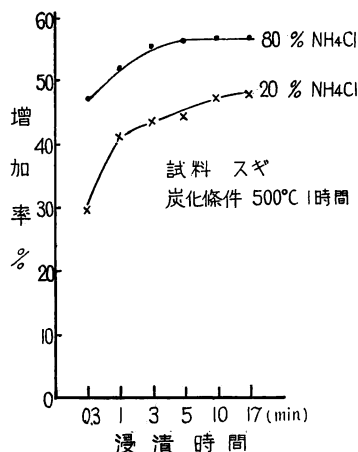
加を示した。硬質炭材でも 2 週間後に増加が認められ、4 週間後に約 7 % の収炭量増加が認められた。上記の結果は塗布回数 1 回で塗布液濃度 28 % で希薄にすぎたため、収炭量の増加は著しくなかつたが、針葉樹は効果が大きく、硬質材は軟質材より効果が少なく、また、浸透に時間を要する結果をえた。針葉樹炭のうち、アカマツは効果が少なかつたが、これは材中に塩安の浸透拡散が行われがたいためであると考えられる。

塗布回数と収炭率の増加率との関係は第 17 図に示したが一般に塗布回数に比例して増加している (Phot. 49 参照)。

2. 2. 1. 4 塩類溶液の濃度による影響

2. 2. 1. 4. 1 試験方法

浅川実験林産コナラ、カシ、カエデ、サクラ、ミズキ、マツの樹幹を直径約 10 cm、長さ 15 cm に鋸断し、二つ割とし、



第 19 図 濃度による試験
Fig. 19 The relation of soaking time, solution temperature and increase of charcoal yield

る。 $(\text{NH}_4)_2\text{BO}_4$ でも同様な傾向がみとめられたが、 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ではこの傾向は認められなかつた。 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ は増量効果が少ないためであろうと解された。塗布回数による効果は第17図に示したが、1回塗布より5回塗布のものが増加率は多い。カシではその差が少なかつたが、このことは材の密度に関係すると考えられる。

福島県小塚試験地の試験結果は第12表に示した。

第12表 炭化率の比較
Table 12. Comparison of charcoal yield with splitting method

樹 種	使 用 薬 品	炭 化 率	同 増 加 率
サ ク ラ 二 ツ 割	な し	21.2%	0%
〃	塩 安	29.0	36.7
サ ク ラ 四 ツ 割	な し	21.1	0
〃	塩 安	30.0	42.1

注：炭化率は生材を対照とした。

2. 2. 2 炭材全部に薬品処理した場合の製炭試験

2. 2. 2. 1 千葉県筒森国有林における黒炭がまによる製炭試験

2. 2. 2. 1. 1 試験方法

試 験 場 所 千葉県夷隅郡大多喜町会所千葉営林署筒森国有林 29 い

試 験 期 日 昭和30年8月22日～10月23日

使用製炭がま 清澄地方改良がま(黒炭がま)大きさおよび型(第20図)

使用炭材および重量 (第13・14表)

使 用 薬 品 塩化アンモニウム Aガラス社製工業用

薬品使用量 製炭1回に 47.6 kg

製 炭 方 法 あらかじめ、塩化アンモニウムを温湯にて溶解し、溶液を72l入りおけにいれ、わらた

わして炭材表面に数回塗

布し(Phot. 5・6)、これ

を積後、ビニールシー

トにておおい(Phot. 7)、

10～14日間経過ののち、

通常製炭に準じ炭化し

た。炭化に際し、排煙の

毒性を知るため、排煙口

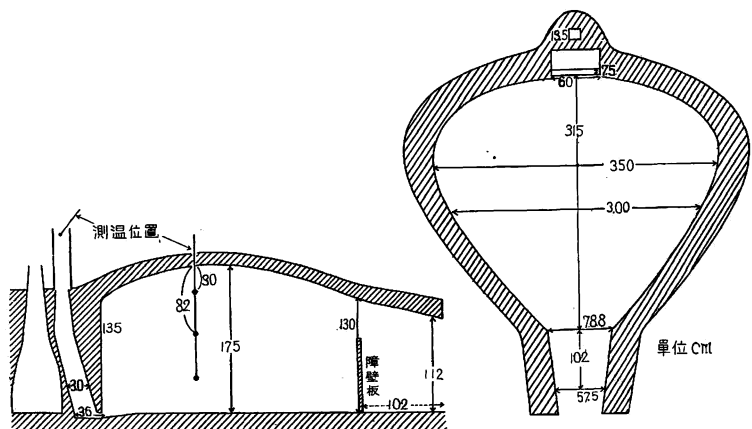
に近いところにハツカネ

ズミの箱をおいた(Phot.

10)。温度は天井最高部

下30cmおよびかま底中

央部上40cmのところと



第20図 試験がま

Fig. 20 Sketch and measurement of kiln used for experiment

煙道口温度を観測した。製炭は3回行い、第1回および第2回は薬品処理した炭材を使用し、第3回は普通製炭を行った。

第13表 炭材詰込み割合

Table 13. Ratio of wood species crammed in kiln

第1回 (処理)		第2回 (処理)		第3回 (無処理)	
樹種	%	樹種	%	樹種	%
ヤマモモ	20	クロバイ	30	クロバイ	15
サカキ	15	サクラ	20	サカキ	25
シイ	15	シイ	15	シイ	10
カエデ	15	エゴノキ	10	サクラ	10
サクラ	10	クリ	25	エゴノキ	10
ミズキ	10	ミズキ		クリ・ミズキ	10
ヤマガキ	5			ツバキ	5
ツバキ	3			ナラ	5
カマツカ	2			トネリコ	5
クロバイ	5			カエデ	5

第14表 炭材重量

Table 14. Weight of charcoal wood

回次	処無	炭材重量 kg		燃料重量 kg	備考	
1	処	5,464.50	立て炭材 4,496.25 上げ木 443.25 無処理 525.00	618.75	含水率平均 42.4 % 敷 木 56.0 kg	
2	〃	5,418.75	立て炭材 4,875.00 上げ木 431.25 無処理 112.50	470.25	敷 木 67.5 kg	
3	無	4,987.50	立て炭材 4,387.50 上げ木 375.00 カシ 225.00	—		

2. 2. 2. 1. 2 試験結果および考察

製炭結果は第15・16・17・18・19表、第21図に示した。いままでこのかまから製炭された銘柄別俵数は第20・21表のとおりで平均1回出炭量52.2俵であつたが、薬品処理した場合60.5俵で8俵の増加が認められた。製炭時間および炭化最高温度は第15・16表に示したが、普通製炭より炭化時間が12~14時間長く、煙突口温度は普通製炭より12~35°C低かつた。薬品処理すると炭化終期に塩安ガスを生じ、これが煙道壁につき炭化の進行を阻害するため、炭化が長びくことが認められた。炭質は出炭時は良好であつたが、吸湿するにしたがつて破碎するものがみとめられた。煙道口付近に炭化中ネズミかごをおき、排ガスに終始さらしたが、ネズミはへい死することなく製炭後も外観上、一般ネズミと同様であつた。

第15表 製炭時間

Table 15. Total hours required for charcoal making

回次	加熱時間	炭化時間	精練時間	合計時間	備考
1	時分 41.45	時分 95.45	時分 17.15	時分 154.45	
2	45.15	93.15	14.45	153.15	
3	72.00	81.00	15.00	168.00	25号台風

第16表 最高温度

Table 16. Maximum temperature in kiln

回次	天井部	中央部	かま底部	天井部かま底部との差	煙突口
1	657 °C	670 °C	555 °C	102 °C	305 °C
2	733	770	638	95	328
3	—	—	—	—	340

注：測定位置は 20 図参照

第17表 加熱時間と着火温度

Table 17. Heating time and ignition temperature

回次	加熱時間	かま内温度 °C		煙突口 °C
		天井	かま底	
1	41.45	337	57	84
3	45.15	342	70	85
3	72.00	—	—	84

第18表 精練時間と精練温度

Table 18. Refining time and refining temperature

回次	精練時間	天井部 °C		かま底部 °C		煙突口 °C	
		始	終	始	終	始	終
1	17.15	502	657	403	555	197	305
2	14.45	445	728	362	632	165	320
3	15.00	—	—	—	—	200	340

注：第 20 図参照

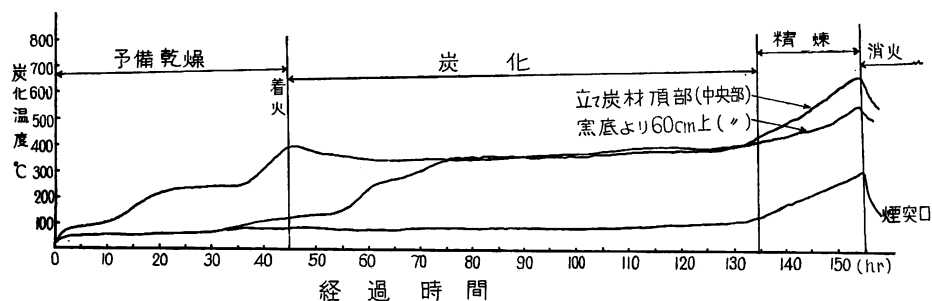
第19表 触媒製炭観測表 (第1回)

Table 19. Observation record of catalytic charcoal making

月日	時刻	時間累計	かま内温度			排煙口温度	気温	天候	操作の概要
			天井温度	中央部温度	下部温度				
30年			°C	°C	°C	°C	°C		
9—9	P.M. 2.45	0	20	—	—	—	—	小雨	口焚開始 乾 燥
"	5.00	2.15	80	55	35	53	23		
9—10	A.M. 8.45	13.00	130	70	40	56	21		
	10.00	14.15	142	75	—	60	21		
	11.00	15.15	175	75	—	64	22		
	12.00	16.15	185	77	—	77	22.5		
	P.M. 1.00	17.15	195	80	—	69	21		
	2.00	18.15	195	80	—	69	24		
	3.00	19.15	212	80	—	69	25		
	4.20	20.35	225	85	—	69	24.5		
	5.00	21.15	230	85	—	69	23.5		
	5.30	21.45	230	85	—	69	22.5		
11	A.M. 8.30	36.45	232	80	—	63	22.0	晴	

月 日	時 刻	時間累計	か ま 内 温 度			排煙口 温 度	気温	天候	操 作 の 概 要
			天井 温度	中央部 温 度	下部 温度				
			°C	°C	°C	°C	°C		
11	A.M. 9.30	37.45	243	85	45	70	23		
	10.00	38.15	247	85	45	71	24		
	11.00	39.15	250	85	45	74	25		
	11.30	39.45	—	—	—	78	26		
	12.00	40.15	320	108	57	85	24		
	P.M. 1.00	41.15	325	102	57	85	24		着 火 18 cm 土管に調節木径 2.5 cm を中央にのせる
	2.00	42.15	360	97	57	83	24		
	3.00	43.15	345	100	52	84	24		
	4.00	44.15	375	103	62	84	23		
	5.00	45.15	407	105	75	84	22		通風口 15 cm×12 cm 調節木径 1 cm を中央部よ り 3 cm かま口の方にのせ る
	6.00	46.15	400	110	75	85	22		
	8.00	48.15	400	120	75	86	19		
	10.00	50.15	375	125	75	86	16		
	12.30	52.45	375	150	75	85	16		
12	A.M. 2.00	54.15	355	165	65	85	16		
	4.00	56.15	360	190	75	84	16		
	7.00	59.15	355	235	65	84	20		
	9.00	61.15	355	265	—	85	24		
	10.30	62.45	353	277	—	86	24		
	11.00	63.15	350	277	60	86	23		
	12.00	64.15	347	285	55	85	—		
	12.30	64.45	347	285	—	85	—		
	P.M. 1.00	65.15	347	286	—	85	—		
	2.00	66.15	345	293	—	85	—		
	3.00	67.15	343	295	65	85	—		
	4.00	68.15	341	304	—	85	—		
	5.00	69.15	345	306	75	85	—		
	8.00	72.15	352	325	72	85	20		
13	A.M. 10.00	74.15	355	340	70	85	20		
	12.00	76.15	355	335	65	84	22		
	4.00	80.15	357	345	60	85	23		
	6.00	82.15	363	357	60	85	23		
	7.00	83.15	363	353	—	85	24		
	8.00	84.15	363	355	—	86	23.5	小雨	
	9.00	85.15	363	355	—	86	24.0	晴	
	10.00	86.15	363	360	—	85.5	26.5	曇	
	11.00	87.15	357	357	—	86.5	27		
	P.M. 1.00	89.15	359	356	95	87.5	28		
	2.00	90.15	360	355	95	88	26		
	3.00	91.15	360	357	96	88	27.5		
	4.00	92.15	370	368	100	88	27		
	5.00	93.15	363	367	105	88	25.5		
	8.00	96.15	367	367	107	90	24		
	10.00	98.15	373	377	110	90	24		

月 日	時 刻	時間累計	か ま 内 温 度			排煙口 温 度	気温	天候	操 作 の 概 要
			天井 温度	中央部 温 度	下部 温度				
13	P.M. 12.00	100.15	373	377	125	90.5	24.5		
14	A.M. 4.00	102.15	373	380	147	92	24.5		
	6.00	104.45	375	383	165	93	23		
	9.30	107.45	363	383	193	96	27		
	10.30	108.45	365	390	198	97	28.5		
	11.00	109.15	364	387	198	97.5	29		
	12.00	110.15	365	385	208	98	29		
	P.M. 1.00	111.15	372	385	220	99	29		
	2.00	112.15	375	389	225	99.5	28		
	3.00	113.15	378	396	236	100.5	28		
	4.00	114.15	380	394	245	102	27		
	5.00	115.15	386	395	259	104	25.5		
	6.00	116.15	390	398	270	105	25		
	7.00	117.15	393	400	276	106	25		
	8.00	118.15	395	400	282	107	25		煙突口の調節木(カゲン棒) に結晶多量に付着
15	A.M. 6.00	128.15	384	395	305	115.5	23.5		
	7.00	129.15	395	406	305	121	23.5		
	9.00	131.15	400	415	325	130	—		煙突口の調節木に灰黄色の 結晶状の物質が多量に付着 これを取り除く
	11.30	133.45	400	423	325	130	27		
	12.00	134.15	423	435	325	135	25.5		
	P.M. 1.00	135.15	446	463	335	146	25		
	2.00	136.15	455	474	347	157	27.5		排煙非常に多し、青味ほと んどなし
	3.00	137.15	460	473	355	161	27		煙盛青味増加
	4.00	138.15	470	480	380	175	26.5		
	5.00	139.15	486	510	394	186	25		さらに中央に1本径 1cm 入れる
	6.00	140.15	502	516	403	197	24		
	7.00	141.15	516	523	420	205	24		
	8.00	142.15	532	532	430	212	24.5		
	9.00	143.15	545	540	435	220	24.5		
	10.00	144.15	555	554	452	229	24.5		
	11.00	145.15	565	560	460	238	25		
16	A.M. 1.00	147.15	585	588	478	254	25	小雨	
	4.30	150.45	625	629	506	275	26		かま口全開
	5.00	151.15	634	636	510	281	25		
	6.00	152.15	645	652	520	290	25.5		
	7.00	153.15	654	663	535	293	26		
	8.00	154.15	654	665	546	300	26		煙少なくなる
	8.30	154.45	657	670	555	305	27		消 火



第21図 触媒製炭炭化温度曲線(第2回) 千葉県筒森国有林

Fig. 21 Kiln temperature curve of catalytic charcoal making at Tsutsumori

第20表 出炭量調べ

Table 20. Details of charcoal output amount

回次	処無	樹種	銘柄	品等	数量
1	処	ザ	ツ	割荒	48俵
		〃	〃	上上並	7
		〃	〃	粉	3
	計				61
2	処	ザ	ツ	割荒	49
		〃	〃	上上並	6
		〃	〃	粉	2
	計				60
3	無	カナザ	シラツ	丸丸丸	4
		〃	〃	上上上	2
		〃	〃	上上上	26
		〃	〃	上上上	11
		〃	〃	上上上	12
	計				56

注：1俵 15 kg

第21表 供試がまのいままでの成績

Table 21. Results of charcoal yield in the past of kiln offered for experiment

樹 種	炭 種	銘 柄	品 等	出 炭 月 日 (1955)						
				6月3日	6月25日	8月22日	10月22日	計	9月20日	10月6日
カ シ	黒 炭	丸割荒	上上	7	8	9	4	28		
			上上	10	9	4	23			
			上上	5	4	3	12			
ナ ラ	黒 炭	丸割荒	上上	2	1	3	2	8		
			上上		1		1			
ザ ツ	黒 炭	丸割荒	上上	13	13	14	26	66		
			上上	8	6	7	11	32	48	49
			上上並	7	8	12	12	39	7	6
				1				1	3	2
			粉			1	1	3	3	
合 計				53	50	52	56	211	61	60
備 考								平均 52.8俵	触媒 1 回	触媒 2 回

千葉県筒森国有林における触媒製炭試験
Catalytic charcoal making experiment at Tsutsumori
national forest, Chiba prefecture



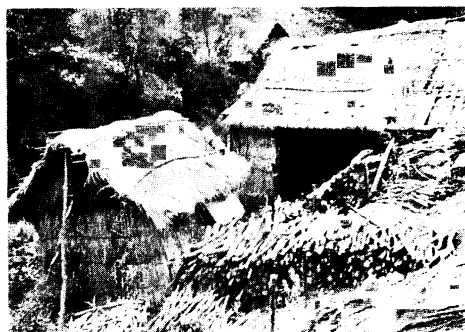
1. 炭材集荷

Phot. 1 Gathering of wood materials
for charcoal



2. 炭材調整

Phot. 2 Preparation of wood for
charcoal making



3. 製炭小屋と観測小屋

Phot. 3 Hut of kiln and observer's hut



4. 塩安溶液を作る

Phot. 4 Preparation of NH_4Cl solution



5. 塗布状況

Phot. 5 Daubing of NH_4Cl solution



6. 塗布状況と槓積

Phot. 6 Daubing of solution and heaping
of treated wood



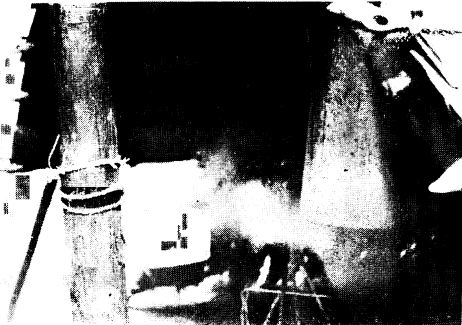
7. ビニール布でおおった状況
Phot. 7 Aspect of treated wood covered
with vinylchloride sheet



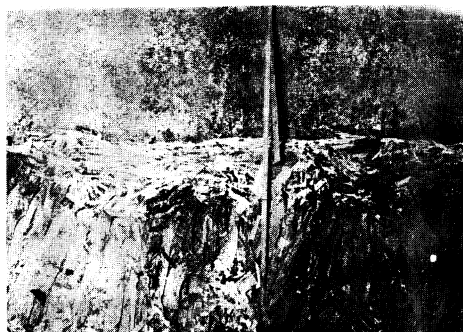
8. 口 焚 状 況
Phot. 8 Pre-heating in kiln inlet



9. 炭 化 中 (全 景)
Phot. 9 Aspect of carbonization



10. 白ネズミ 煙道口
Phot. 10 White mouse prepared for
toxicity test of outlet smokes



11. 触媒炭 (かま内)
Phot. 11 Produced charcoal (inside of kiln)

2. 2. 2. 2 福島県小塚試験地における黒炭がまの製炭試験

小塚試験地では昭和 30 年以降引きつづき触媒製炭につき各種の試験を行つた。試験の方法は最初は標準炭材による各種の試験を行い、その一例は第 12 表に示したが、次に炭材全部に薬品処理する方法を行つた。炭材の処理法は、最初は濃厚塩安溶液を塗布する方法（これを塗布法という）を行い、次に炭材を浸漬し加熱する方法（これを煮沸法という）を行つた。これらは第 22 表のとおり著効が認められたが実用性に乏しいので、実用的見地から、炭がま内に塩安を散布する散布法の試験を主として行つた。

2. 2. 2. 2. 1 塗布法による標準炭材の炭化試験

試験期日 昭和 30 年 9 月

試験方法 サクラ、カツラ、ミズキを第 22 表の木取りに二つ割および四つ割とし、その一方に塩安（28%）溶液を毎日 1 回あて 3 回引きつづき塗布し、ビニールシートで 2 週間覆い貯蔵後取り出し同時に炭がま中の同一部位に並べ炭化した。炭材はあらかじめ元口、末口、長さ、および重量を測定し、炭化後は木炭について同様に元口、末口、長さ、および重量を測定し、収縮率、炭化率を算出した。試験結果は第 22 表に示したが処理炭材は無処理炭材に比較し、収縮率には特に差異は認められなかったが、炭化率はいちじるしく増大し 30~40 % に達した。

第 22 表 触媒製炭単木試験結果（昭・30・7 月）

Table 22. Charcoal yield of each test wood

樹 種	炭 材 調 製 方 法	重 量			収 縮 率			炭化率	炭化率の 増 加 率	備 考
		伐採直後	かま入 直 前	出炭直後	元 口	末 口	長 さ			
サ ク ラ	二ツ割	3,400 ^g	3,200 ^g	720 ^g	23.9 [%]	22.6 [%]	12.9 [%]	22.5 [%]	— [%]	無
〃	〃	3,800	3,400	1,100	25.0	19.5	11.9	32.4	44.0	処
ハ ン ノ キ	〃	1,600	1,400	340	21.2	22.8	13.1	24.3	—	無
カ ツ ラ	〃	2,600	2,450	550	11.7	22.6	11.3	22.5	—	無
〃	〃	2,600	2,300	560	21.0	—	12.0	23.8	5.8	処
サ ク ラ	四ツ割	4,800	4,500	1,020	23.1	21.9	13.6	22.7	—	無
〃	〃	4,800	3,400	1,010	25.4	27.3	—	29.7	30.8	処
〃	〃	4,000	3,400	845	23.8	22.2	12.2	24.8	—	無
〃	〃	4,000	3,500	1,200	20.0	—	10.3	34.3	41.9	処
ミ ズ キ	〃	2,600	2,450	545	17.5	18.2	12.4	22.2	—	無
〃	〃	2,900	2,600	600	15.2	—	12.1	23.1	3.9	処

注：木取りは 1 本の材から二つ割は 2 本、四つ割は 4 本を採材した。

備考欄中の処は薬品処理材、無は無処理材である。

2. 2. 2. 2. 2 塗布法、煮沸法、散布法による炭がま製炭試験

試験期日 昭和 31 年 10~12 月

使用薬品 肥料用塩安（A ガラス社製）硫酸（N 社製）

使用方法 カリ安（A 社製）

塗 布 法 塩安溶液（28%）を炭材にくり返し塗布後極積し、その上をビニールシートにておおいシートの下部には土をかけ、風の吹き込まないようにし、胴体には縄がけを行い、2 週間貯蔵の後取り出し

第23表 触媒製

Table 23. Results of catalytic charcoal

製炭実施		炭材 樹種	薬品		炭材詰込量			燃材 (口焚)	合計	出炭量
月日	回次		品名 処理法	所要量	立て木	上げ木	計			
31年				kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg
4. 4	1	ザツ	硫酸 塗布法	14	丸割 650.000	丸 1,510.000	4,830.000	480.000	5,300.000	867.000
4. 5	2	ナラ	〃	14	丸割 2,670.000 丸割 713.250	丸 1,102.000	4,910.000	375.000	5,285.000	924.000
平均										
8. 8	3	〃	カリ安 塗布法	10	丸割 1,962.500 丸割 1,856.250	丸 1,500.000	5,118.750	300.000	5,418.750	891.700
8.14	4	〃	〃	8	丸割 2,283.750 丸割 1,350.000	丸 1,110.000	4,743.750	258.750	5,002.500	832.400
8.10	5	〃	〃	8	丸割 2,643.750 丸割 1,357.500	—	4,001.250	255.000	4,256.250	735.190
平均										
9.12	6	〃	塩安 煮沸法	19	丸割 487.500 丸割 2,495.000	丸 1,050.000	4,012.500	360.000	4,372.500	772.120
10.15	7	〃	〃	20	丸割 3,619.312	丸 1,218.750	4,838.062	311.250	5,149.312	895.500
10.23	8	〃	〃	20	—	—	5,103.750	402.000	5,505.750	867.064
平均										
10.26	9	〃	塩安 散布法	8.25	—	—	4,845.375	257.812	5,103.187	725.025
11. 1	10	〃	〃	10.00	—	—	5,821.875	375.000	6,196.875	973.012
11. 7	11	〃	〃	10.00	—	—	5,273.250	296.250	5,569.500	827.711
11.12	12	〃	〃	5.3	3,998.615	1,312.510	5,311.125	441.750	5,752.875	864.900
11.18	13	〃	〃	5.3	3,691.875	987.750	4,689.625	175.500	4,865.125	709.162
平均										
11.22	14	〃	無処理	—	4,436.250	1,031.250	5,467.500	435.000	5,902.500	850.042
11.27	15	〃	〃	—	3,843.750	1,166.250	5,010.000	300.000	5,310.000	824.362
12. 1	16	〃	〃	—	3,892.500	1,087.500	4,980.000	401.250	5,381.250	800.475
12.12	17	〃	〃	—	3,705.000	973.875	4,678.875	495.000	5,173.875	817.500
12.18	18	〃	〃	—	3,937.500	1,020.000	4,957.500	339.375	5,296.875	802.273
12.20	19	〃	〃	—	3,332.500	1,050.000	4,382.500	375.000	4,757.500	768.112
平均										
合計										

すみがまに詰め込み、一般製炭に準じ製炭した。

煮沸法 ドラムカンの一方を開口し、40%塩安液を半ばまで満し、ドラムカンの下部を加熱し、常に液温を75°C以上に保持した。炭材は末口を上方に向け5分間浸漬し煮沸の後取り出し、煮沸しない(約15cm)末口部を下にして炭がまに詰め込み、一般製炭法に準じ製炭した。

散布法 かま底の中央および前方かま口付近に塩安を散布し、この上に炭材を立て、一般製炭に準

炭 試 験 結 果

making at Kozuka

収炭率 %		ナ						ザ						ツ						粉炭	仕俵 上り数	備考
対炭材	対炭材 + 燃料	丸		割		※		丸		割		※		丸		割		※				
		上	並	上	並	(角)	(丸)	上	並	上	並	(角)	(丸)	上	並	上	並	(角)	(丸)			
17.95	16.35			4				12	2	12	6	11	5	2		54	平均増加率 11.1 %					
18.81	17.48	2		13			2	4	4	9	3	13	5			55						
18.38																						
17.42	16.45			3				5		3	2	35	3	3	54	" 7.5 %						
17.53	16.63	1		9	1	3		1	1	5	1	21	4	4	51							
18.37	17.20			3	1			4		7	6	18	3	2	44							
17.77																						
19.20	17.65			9	3	1				8	6	11	3	3	44	" 10.1 %						
18.50	17.30	1		25	3	14	5							5	53							
16.98	15.74	1		25		3		1		4	1	12	4	4	55							
18.23																						
14.81	14.11							2		17	3	22	2	3	49	かま底にレンガ 160 枚敷きこの上に炭材 を詰め込む						
16.71	15.70	2	1	36	2	3						7	4	3	58							
15.69	14.86							2		16	3	23	2	4	50							
16.28	15.03			9		3		5		11	1	19	5	2	55							
15.95	15.37			19	5	8				3	1	5	3	3	47							
16.16																						
15.54	14.40			7	1			1		26	2	14	2	2	55	0 %						
16.45	15.52	1		10	1			1	12	2	14	4	2	47								
16.07	14.87			9		1		2		22		14	5	3	56							
17.47	15.80	1		28	2	11	1	2	1					4	50							
16.17	15.14			6		1		4		19		18	5	3	56							
17.56	16.18			27		6	1			3		7	3	4	51							
16.54																						
		9	1	242	19	54	9	45	9	177	37	254	62	56	984							

じ製炭した。また、塩安のかま底浸透を防ぐため、第 23 表のとおりかま底にレンガ 160 枚をしき並べ、この上に塩安を散布した後、炭材を詰め込んだ試験も行つた。

薬品使用量および製炭結果は第 23 表に示した。炭化率は塗布法および煮沸法は著効を示したが、散布法には効果が認められなかった。硫酸を塗布した場合には収炭率の増加率は 11.1 %、カリ安では 7.5 %であつた。また煮沸法では塩安使用の場合 10.1 %であつた。

第 24 表 黒炭がま製炭

区 分	製炭回次	製炭資材					薬使用 (用量) (塩安)	出炭重量	収炭率	同 増 加 率
		炭材			燃材	合計				
		立て木	上げ木	計						
無 処 理	1	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	%	%
	2	3,318	816.00	4,134.00	195.00	4,329.00	—	601.875	14.30	
	3	3,375	1,031.25	4,406.25	375.00	4,781.25	—	666.750	15.10	
	5	3,000	937.50	3,937.50	375.00	4,312.50	—	542.600	13.78	
平均								593.816	14.14	0
処 理	6	3,539	731.00	4,270.00	349.00	4,619.00	6	680.700	15.93	
	7	—	—	4,125.00	300.00	4,425.01	6	617.300	14.96	
	8	—	—	4,357.50	326.25	4,683.75	6	665.300	15.27	
	9	—	—	4,215.00	296.25	4,511.25	6	688.700	16.34	
平均						4,561.68		643.726	15.10	6.4

2. 2. 2. 2. 3 散布法による製炭試験

試 験 期 日 昭和 31 年 10 月～昭和 33 年 3 月

使用製炭がま 小塚試験地改良がま (煙道 5 ヶ設けたがま) (第 22 図)

使用薬品 肥料用塩安（Aガラス社製）

使用 方法 散布法

試験方法ははじめに普通製炭を 4〜5 回行い、つぎに引きつづき触媒製炭を 4〜5 回行い、その後普通製炭をくり返し行つた。炭材はあらかじめ立て木、上げ木別に燃料とともに重量測定し、製炭後は出炭量

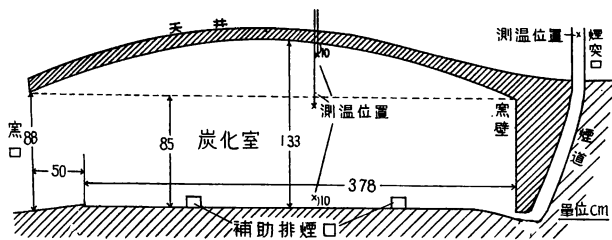
第 25 表 黒炭がま製炭

区分	製炭回次	製炭資材					薬品(用塩安)量	出炭重量	収(対炭炭率)	増加率
		炭材			燃材	合計				
		立て木	上げ木	計						
無処理	1	—	—	4,564.0	525.00	5,089.00	—	655.75	14.36	%
	2	—	—	4,575.0	375.00	4,950.00	—	618.40	13.50	%
	3	—	—	3,787.5	375.00	4,162.50	—	622.50	16.50	%
	4	—	—	4,725.0	318.75	5,043.75	—	597.38	12.70	%
	5	3,600.0	1,125.0	4,725.0	337.50	5,062.50	—	671.60	14.20	%
平 均									14.31	0
処理	6	3,037.5	1,162.5	4,200.0	112.50	4,312.50	6	682.88	16.20	%
	7	1,189.0	3,277.0	4,466.0	244.00	4,710.00	6	768.10	17.20	%
	8	3,358.3	1,053.0	4,412.1	352.50	4,764.60	6	632.40	15.10	%
	9	—	—	4,200.0	356.30	4,556.30	—	605.10	14.40	%
平 均									14.31	0

試験結果(1号がま)
black charcoal kiln at Kozuka

製炭時間 計	最 高 温 度			俵 装 仕 上 り							
	上 部	かま底	煙突口	丸		割		※		粉 炭	計
				上	並	上	並	上	並		
—	— °C	— °C	— °C	—	3	9	10	10	4	2	38
171.00	580	350	360	2	1	16	8	7	3	7	44
213.00	480	—	360	1	—	17	10	5	1	7	41
93.00	620	550	350	—	1	25	8	4	1	2	41

118.00	600	490	360	3	—	24	3	9	1	3	43
125.00	670	515	360	3	1	21	7	7	1	4	44
122.00	640	520	360	1	1	22	8	8	—	4	44
110.00	700	550	360	—	—	20	5	8	2	3	38



第 22 図 小塚製炭試験地改良がま(煙道口 5 カ所)

Fig. 22 Sketch and measurement of improved charcoal kiln in Kozuka

試験結果 (3号がま)
black charcoal kiln at Kozuka

製炭時間 計	最 高 温 度			俵 装 仕 上 り							
	上 部	かま底	煙突口	丸		割		※		粉 炭	計
				上	並	上	並	上	並		
—	— °C	— °C	— °C	—	—	25	1	7	6	2	41
124.15	705	—	360	1	—	29	1	9	1	5	46
70.00	675	—	360	—	—	25	1	8	5	5	44
93.00	650	—	360	—	—	19	1	18	5	3	46
66.10	650	—	360	1	—	27	—	10	4	6	48

119.15	725	—	360以上	1	—	26	1	9	1	3	41
85.50	670	470	360以上	2	—	28	1	11	3	5	50
94.00	660	460	360	3	—	26	1	9	4	4	47
78.00	680	450	360以上	1	—	27	2	8	5	1	44

を秤量後、収炭率を計算した。また別に俵装後の仕上り俵数を品等別に調査しおのおの比較した。

別に、標準炭材をとり、樹種別に重量測定後、炭がま中央部に立て込み、出炭後は重量を測定し、炭化率を算出し収炭率指数を計算した。また、木炭の上部・中部・下部別に精練度を測定し、中央部断面につき硬度を測定した。

炭品使用量は出炭量の約1%で、第24・25表に示した。その使用方法是立て炭材の上方とかま底に散布したが、その量は1/3量をかま底に2/3量を立て炭材上部に枝条をしき並べ、この上に散布した。温度はかまの中央部天井下10cmのところと、その下方、かま底上10cmのところ、および煙道口温度を観測し、最高温度を第24・25表に示した。

製炭試験結果は第24・25表に示すごとく、1号がまの収炭率は無処理のものでは平均14.14%であつたが、処理のものは平均15.10%で、その増加率は6.4%であつた。3号がまの収炭率は無処理同14.31%、処理のもの同15.06%でその増加率は4.95%であつた。仕上り俵数のうち割、上を比較すれば、明らかに処理したものは無処理のものよりその俵数が多く、品質は優良化する傾向が認められた。

単木試験結果(第26・27表)にもとづき収炭率指数を計算すれば、普通製炭59~62%、触媒製炭50~62%で灰化が多量に行われた結果を示し、製炭は粗放で、試験結果を比較するには不十分であるば

第26表 単木試験結果
Table 26. Charcoal yield of each test wood

処理別	かま別	番号	樹種	単木重量 kg	木炭重量 kg	炭化率 %	硬度	精練度			含水率 %	収炭率 指数	炭化率 増加率
								上	中	下			
普通製炭	3号	1	リョウブ	1,300	0.25	19.20	4.5	1	3	6.5	45.62	62.65	0
		2	トネリコ	2,100	0.45	21.40	5.5	1	3	6.5	45.10		
		3	ケヤキ	2,200	0.40	18.20	5.5	1	3	6.5	46.01		
		4	シデ	1,400	0.40	28.60	2.5	1	3	6.5	44.06		
		5	サクラ	2,200	0.60	27.30	4.0	1	3	6.5	44.08		
	がま	平均				22.84							
		1	ナラ	2,700	0.65	24.10	10.0	1	3	5	40.31	59.60	0
		2	〃	2,600	0.64	24.60	11.0	1	3	6	—		
		3	〃	3,100	0.74	23.90	10.5	1	4	6	—		
		4	〃	2,850	0.68	23.90	10.0	1	4	6	—		
		5	〃	3,900	0.94	24.10	10.0	1	5	6	—		
		平均				24.01							
触媒製炭	3号	1	リョウブ	1,400	0.42	30.00	2.0	5	8	9	39.07	50.27	31.1
		2	シデ	1,350	0.41	30.30	0	5	8	9	40.10		
		3	トネリコ	2,200	0.65	29.50	0	4	8	9	38.01		
		4	サクラ	2,100	0.62	29.50	0	4	8	9	43.04		
		5	ケヤキ	1,800	0.55	30.50	1.0	4	8	9	37.09		
	がま	平均				29.96							
		1	ナラ	1,400	0.41	29.30	7.0	1.5	8	9	40.56	53.33	17.6
		2	〃	1,500	0.39	26.00	7.5	1	8	9	—		
		3	〃	2,100	0.61	29.00	7.5	1	9	9	—		
		4	〃	2,500	0.71	28.40	8.0	1	9	9	—		
		5	〃	2,600	0.74	28.50	7.0	1	8	9	—		
		平均				28.24							

福島県小塚試験地における触媒製炭試験
Catalytic charcoal making experiment at Kozuka,
Fukushima prefecture



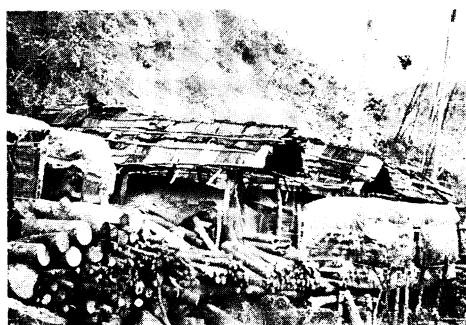
1. 集材

Phot. 12 Gathering of wood materials
for charcoal



2. 塗布法による処理

Phot. 13 Daubing of NH_4Cl solution



3. 放置

Phot. 14 Heaping of wood after treatment



4. 試験材詰込み

Phot. 15 Cramming of wood for test
into the kiln



5. 試験がま全景 木酢液も採取

Phot. 16 Appearance of kiln for
experiment



6. 炭化中

Phot. 17 Aspect of carbonization



7. 炭 化 中

Phot. 18 Aspect of carbonization



8. 触 媒 炭 の 出 炭

Phot. 19 Putting out of charcoal from kiln



9. 小屋にならべられた触媒炭

Phot. 20 Charcoals produced by catalytic charcoal making



10. 炭 き り

Phot. 21 Cutting of charcoal for regulation



11. 運 搬 (木馬)

Phot. 22 Transportation by wooden sledge

第27表 単木試験結果
 Table 27. Charcoal yield of each test wood

処理別	かま別	番号	樹種	単木重量 kg	木炭重量 kg	炭化率 %	硬度	精練度			含水率 %	収炭率 指数	炭率 増加率
								上	中	下			
普通製炭	1号	1	シデ	4,200	0.96	22.90	4.0	1	5	7	44.11	61.27	0
		2	アサダ	4,000	0.92	23.00	5.0	1	4	7	40.07		
		3	トネリコ	3,600	0.83	23.10	7.0	1	4	7	41.80		
		4	シデ	3,800	0.88	23.20	3.0	1	4	6	44.31		
		5	アサダ	3,800	0.88	23.20	4.0	1	5	8	41.01		
	2号	平均				23.08						59.61	0
		1	ナラ	3,600	0.80	22.20	7.0	3	6	7	45.10		
		2	〃	3,600	0.80	22.20	7.0	3	6	7	45.10		
		3	〃	4,000	1.00	25.00	7.0	3	5	7	45.10		
		4	〃	3,800	0.90	23.60	7.0	3	5	7	45.10		
	3号	5	〃	4,000	1.00	25.60	7.0	3	5	7	45.10		
		平均				23.72							
触媒製炭	1号	1	アサダ	3,000	0.85	28.30	7.0	2	6	7	40.53	52.96	23.7
		2	シデ	3,600	1.05	29.20	7.0	2	6	8	37.80		
		3	カエデ	3,600	1.00	27.70	6.0	2	7	9	36.11		
		4	シデ	3,700	1.10	29.70	7.0	2	7	9	38.34		
		5	カエデ	3,800	1.10	28.90	7.0	3	7	9	38.14		
	2号	平均				28.51						62.37	2.1
		1	ナラ	3,000	0.75	25.00	7.0	2	7	8	40.99		
		2	〃	3,400	0.82	24.10	7.0	2	6	8	40.99		
		3	〃	4,000	1.00	25.00	7.0	2	5	8	40.99		
		4	〃	3,000	0.70	23.30	6.0	0	4	8	40.99		
	3号	5	〃	4,100	1.00	24.40	8.0	2	7	9	40.99		
		平均				24.21							

かりでなく、特に触媒製炭の収炭率指数が低いことは薬品使用の結果、製炭操作をあまり灰化を多大に引きおこした欠点が指摘される。単木試験における炭化率は触媒製炭は普通製炭に比較し、いちじるしく大きい、全出炭量を比較すると差は僅少になることは触媒製炭の際には特に灰化が大であつたためである。

2. 2. 2. 3 岩手県好摩分場における黒炭がまの製炭試験

2. 2. 2. 3. 1 試験方法

試験月日 昭和32年11月9日より33年2月13日

使用製炭がま 岩手ががま、黒炭がま、奥行295cm、横幅230cm、かま壁75cm(第23図)

使用薬品 Aガラス社製 肥料用塩安

使用方法 散布法

試験方法ははじめに普通製炭を7回行い、第3回目以降、炭材重量および出炭量を調査し、あらかじめかまの性能を明らかにし、次に上記塩安を使用した。塩安は各製炭回とも出炭量の約1%, 3.5~3.75kgを使用し、立て炭材の上とかま底に散布したが、その量は1/3量をかま底に、2/3量を立て炭材上方に蒺をしき並べ、その上に散布した。散布場所はかま口より1m以内の場所で、通常灰化する部分に使用し

第29表 最高温度表

Table 29. Maximum temperature in kiln and in smoke outlet

区分	回次	天井部 °C	かま底部 °C	煙突口 °C	区分	回次	天井部 °C	かま底部 °C	煙突口 °C
普通製炭	3	860	700	378	触媒製炭	8	770	590	384
	4	810	500	372		9	780	570	370
	5	780	500	380		10	770	530	382
	6	770	540	380		11	780	590	354
	7	790	520	380		12	775	550	382

第30表 普通・触媒製炭単木試験結果

Table 30. Carbonization test of each test wood

区分	回次	樹種	炭化率 %	収縮率 %				硬度	精練度		収炭率 指数 %
				長サ	元口	中央部	末口		中央部	下・部	
普通製炭	2	コナラ	21.72	12.74	25.31	25.53	29.10	6	6.5	8.5	—
	3	〃	21.02	17.18	24.12	30.23	29.51	6	5.5	7.5	79.21
	4	〃	18.41	14.28	32.13	32.86	30.27	6	6.5	8.5	93.75
	5	〃	21.51	15.93	25.61	28.57	29.24	6	6.5	8.5	74.15
	6	〃	21.78	14.88	18.38	24.33	22.22	6	—	—	81.86
触媒製炭	8	〃	21.61	16.76	25.73	29.90	29.26	6	5.5	8.0	85.70
	9	〃	20.16	16.88	26.73	27.21	27.82	6	5.5	8.5	81.60
	10	〃	22.51	15.77	26.46	30.29	29.66	6	7.0	8.5	75.08
	11	〃	21.37	15.62	24.43	27.26	28.55	6	6.5	8.5	80.49
	12	〃	21.50	15.91	28.15	27.96	30.11	6	6.5	8.5	86.98

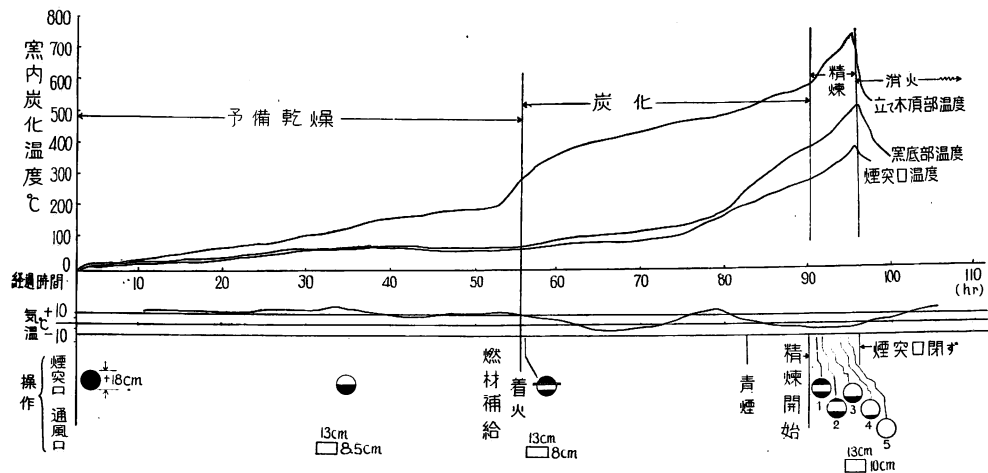
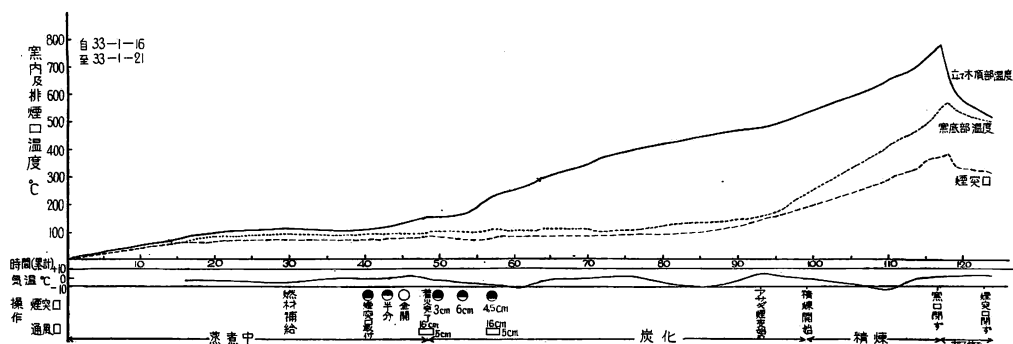
第24図 普通製炭試験かま内温度曲線と操作表
(岩手がま 林業試験場好摩分場)

Fig. 24 Temperature curve in kiln by normal charcoal making

炭材は普通製炭の平均炭化率18~30%であつたが、触媒製炭は20~22.5%で、差は認められなかつた。
標準炭材の炭化率は各炭材のバラツキが大きく、特に普通製炭にはなほだしいが、これは炭材乾燥が不均



第 25 図 触媒製炭試験かま内温度曲線と操作表
(岩手がま 林業試験場好摩分場)

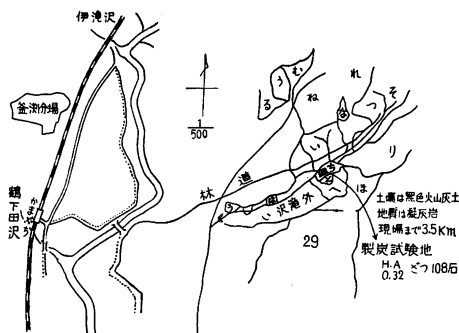
Fig. 25 Temperature curve in kiln by catalytic charcoal making

一のために、したがって収炭率だけでは結果の判定が明らかではない。そこで試験期間中、出炭量を調査したところ、普通製炭は総計 2,038.7 kg であったが、触媒製炭は同 2,170 kg で約 6.5 % の増加を示した。この試験は煮沸法に比し効率が少なかったが、かま底に散布した塩安粒が、かま底に浸透し、塩安ガスとして昇華しにくくなったこと、使用量が不足のためと解される。なおこの試験の結果、触媒製炭には次の諸点が観察された。

- i) 塩安ガスのため、炭化開始時がおくれること。
- ii) 煙突口を調節するとかま内温度が約 10°C 低下すること。
- iii) かま口部に塩安がしみでること。
- iv) 精練時、塩安ガスが混合するため排煙量が多いこと。
- v) 煙道部に塩安の結晶が付着すること。
- vi) 炭化の最終期に塩安ガスを排出するため、通風口を閉じ、煙道口は全開してそのまま炭化をつづけ、排煙温度が約 200°C まで降下するまでかまとめを延すこと（これをガス抜き操作と称した）。
- vii) 炭化中は普通製炭と差異は認められない。

2. 2. 2. 4 山形県釜淵分場における白炭がまによる製炭試験

2. 2. 2. 4. 1 試験方法



第 26 図 林業試験場釜淵分場における試験地
(真室川営林署金山経営区 20 林班 5 小班)
Fig. 26 Abbreviated map of experiment place at Kamabuchi

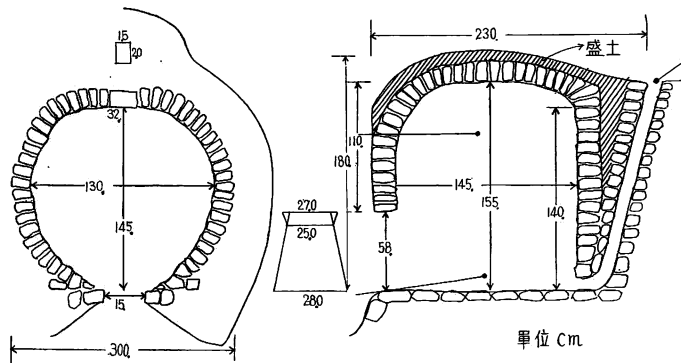
試験場所 山形県最上郡真室川町釜淵
秋田営林局真室川営林署部内
金山経営区 20 林班 5 小班
(第 26 図)

試験期日 昭和 32 年 11 月 4 日～
32 年 12 月 28 日

使用製炭がま 山形日がま (第 27 図)

薬品使用方法 散布法 (第 28 図)

炭材を約 90 % 詰め込んだ後、かま口からかまの後方に対し、第 28 図のように塩安 (A ガラス社製) を出炭量の約 1～2 % に相当する量 400～

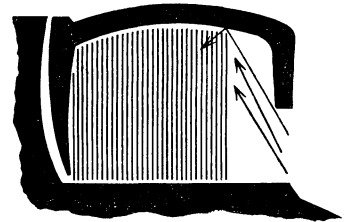


第 27 図 試験 が ま (山形日がま)

釜淵分場 (真室川営林署部内金山経営区 20 林班 5 小班)

Fig. 27 Sketch and measurement of kiln for experiment at Kamabuchi

800 kg を散布し、さらに炭材を詰め込み、普通のように製炭した。製炭がまは同一型式の炭がま A, B の 2 がまを選びあらかじめ、普通製炭を 5 回以上行い、その製炭結果を明らかにしておき、さらに、触媒製炭を 5 回以上引きつづき行い、同様、製炭結果を明らかにし、さらに普通製炭を 5 回くり返し、その後触媒製炭を 5 回行い、さらに普通製炭をくり返し、A がまでは普通製炭 15 回、触媒製炭 12 回、計 27 回、B がまでは普通製炭 18 回、触媒製炭 10 回、計 28 回の製炭試験を行つた。試験方法は前回到準じ、あらかじめ、樹種、炭材重量を明らか

第 28 図 白炭がま散布法
Fig. 28 Scattering method
of chemicals

にし、炭化中は天井、かま底、煙道口の温度を観測し、別に燃材量を調査し、炭化後、収炭率を計算し、普通製炭と触媒製炭の収炭率を比較し、触媒製炭の増加率を求めた。炭化中は製炭操作および炭化中の変化につきつとめて詳細に記録した。試験は日がま (毎日出炭する場合)、留がま (1 日おきに出炭する場合) と 2 回に分けて行つた。

2. 2. 2. 4. 2 試験結果および考察

試験結果は第 31・32・33 表、第 29 図に示したが、収炭率は A がまでは普通製炭平均 9.67 %, 触媒製炭 11.83 % に達した。B がまでは普通製炭平均 10.37 %, 触媒製炭 13.16 % で触媒製炭による収炭率の増加率は 26.9 % に達した。A がまはカツラその他軟質材が多く、収炭率は一般に低かつたが、触媒製炭は著効を示し、その増加率は 22.34 % に達した。また、B がまはケヤキが多く、A がまより収炭率は一般に多かつたが、触媒製炭は著効を示し、その増加率は 26.90 % に達した。日がまのような小がまの場合には塩安ガスが炭材に一樣に接触しやすく、著効があるとみとめられる。触媒製炭と普通製炭による炭化中の差異は触媒製炭では炭化時間がやや延長し、炭化末期に煙道壁に塩安の結晶が認められる以外にはいちじるしい差異はなかつた。また、出炭後は普通製炭より早期に炭材を詰め込み、約 3/5 詰め込んだときに塩安を天井に向つて数回に分けて散布し塩安ガスを十分に炭材に接触させ、塩安を炭材表面に付着させるために煙道口を小さくする必要が認められた。

第31表 A号がま 普通製炭観測表の一例（山形日がま）
Table 31. Observation record of normal charcoal making

月 日	観 測 期 間	果 計 時 間	かま内温度 °C		排 煙 温 度 °C	気 温 °C	操 作 (備 考)
			上部温度	下部温度			
32							
11. 21	15. 25	0	—	—	—	—	詰込み開始
	15. 50	25	—	—	—	—	詰込み終了
	15. 55	30	—	—	—	—	口焚開始
	17. 00	1. 35	400	—	142	2.0	
	18. 00	2. 35	455	—	138	—	着火
	19. 00	3. 35	388	117	190	—	
	20. 30	5. 05	400	120	190	-0.5	
	21. 30	6. 05	447	125	198	-2.0	
	22. 30	7. 05	442	131	187	—	
11. 22	3. 00	11. 35	528	190	247	-1.5	のぞき穴より真赤に燃えているのがみえた。
	5. 00	13. 35	570	300	285	—	のぞき穴（上部）赤くなっている。
	6. 00	14. 35	591	330	290	—	
	7. 00	15. 35	617	368	300	0.3	煙突口を 3 cm 開く。
	8. 00	16. 35	640	395	310	—	
	9. 00	17. 35	672	420	320	1.3	
	10. 00	18. 35	715	458	342	—	煙突口全開
	11. 00	19. 35	785	545	390	—	
	11. 15	19. 50	795	570	420	—	
	11. 20	19. 55	847	595	475	—	出炭開始
	12. 05	20. 40	—	—	—	10.8	掻出し終了（全5回）

第32表 A号がま 触媒製炭観測表の一例（山形日がま）
Table 32. Observation record of catalytic charcoal making

月 日	観 測 時 間	果 計 時 間	かま内温度 °C		排 煙 温 度 °C	気 温 °C	操 作 (備 考)
			上部温度	下部温度			
32							
11. 16	13. 35	0	778	—	556	—	詰込み開始
	13. 50	15	—	—	272	—	NH ₄ Cl 400 g 散布
	14. 00	25	—	—	160	—	
	14. 30	55	—	—	132	—	
	15. 15	1. 40	—	—	120	—	
11. 17	15. 35	2. 00	—	—	122	—	
	16. 25	2. 50	—	—	190	—	
	8. 32	6. 57	435	—	170	8.8	
	12. 00	10. 25	425	—	170	10.3	
	16. 00	14. 25	442	155	188	8.3	
11. 18	8. 40	19. 05	480	370	265	7.0	8 時第1回煙突開く約 3 cm
	10. 30	20. 55	578	445	305	8.3	
	11. 30	21. 55	598	480	322	—	煙突口全開
	12. 00	22. 25	661	600	365	9.0	
	13. 00	23. 25	751	705	600	—	
	13. 15	23. 40	787	744	615	—	
	13. 25	23. 50	843	—	629	—	出炭開始
	13. 35	24. 00	828	—	755	—	第1回出炭終り
	13. 50	24. 15	720	—	370	—	
	13. 55	24. 20	—	—	—	—	出炭終了 第3回

第33表の2. B号がま試験成績

Table 33-2. Results of charcoal making experiment at Kamabuchi (by kiln B)

記号	詰込月日 出炭月日	炭材樹種	形状割合 丸：割	使用薬品量 NH ₄ Cl重量 g	炭材重量 kg	出炭重量 kg	収炭率 %	燃料 重量 kg	備考
普—B1	11. 7	ザ ツ	—	—	—	—	—	—	
普—B2	11. 8	〃	—	—	—	—	—	—	
普—B3	11. 13	〃	—	—	456.5	—	—	—	
普—B4	11. 15	〃	—	—	470.0	32.2	7.8	24.0	日がま
普—B5	11. 16	〃	—	—	424.0	38.8	9.1	—	〃
普—B6	11. 17	〃	—	—	424.0	44.9	10.6	19.4	〃
普—B7	11. 18	{エゴノキ 80 トチ 10 ホウノキ 10}	—	—	349.2	43.2	12.0	—	〃
普—B9	11. 22	{カ ツ ラ 85 エゴノキ 15}	15：85	—	568.8	49.5	8.7	—	〃
平均							9.64		
触—B10	11. 23	{カ ツ ラ 70 ク リ 20 ヒ ノ キ 10}	2：8	400	355.0	45.1	—	32.0*	日がま *クリ、ハゼ
触—B11	11. 25	{カ ツ ラ 70 ク ル デ 20 ス 10}	2：8	300	517.2	64.5	12.5	—	留がま
触—B12	11. 26	カ ツ ラ	1：9	300	475.0	56.3	11.4	—	日がま
触—B13	11. 29	〃	2：8	300	490.5	59.0	12.0	—	留がま
触—B14	12. 1	〃	1：9	300	512.0	60.7	11.9	—	〃
平均							11.94		
普—B15	12. 10	〃	10	—	521.8	41.2	8.1	—	日がま
普—B16	12. 11	ケ ヤ キ	3：7	—	463.3	47.4	10.2	17.0*	〃
普—B17	12. 12	〃	10	—	456.6	63.9	14.0	21.0*	〃
普—B18	12. 13	〃	1：9	—	497.4	62.0	10.2	—	〃
普—B19	12. 14	〃	3：7	—	482.4	61.5	12.7	17.0*	〃
普—B20	12. 15	〃	3：7	—	428.6	55.4	12.9	13.5*	〃
普—B21	12. 17	〃	3：7	—	462.0	47.5	10.3	—	留がま
普—B22	12. 18	〃	3：7	—	426.6	43.7	10.2	—	日がま
平均							11.10		
触—B23	12. 19	〃	10	700	474.0	68.5	14.5	—	日がま
触—B24	12. 20	〃	10	700	443.8	59.5	13.4	17.0*	〃
触—B25	12. 21	〃	10	700	408.2	63.8	15.6	14.0*	〃
触—B26	11. 22	〃	10	700	455.0	66.2	14.5	21.0	〃
触—B27	12. 23	〃	2：8	500	482.2	64.7	13.4	22.0	〃
平均							14.28		

B号がま	普通製炭収炭率平均	10.37%	増加率	26.90%
	触媒製炭	〃 13.16%		

* は枯木を用いた。

普....普通製炭

触....触媒製炭

岩手がまによる触媒製炭試験



好摩分場構内における試験状況
Phot. 23 Catalytic charcoal making
experiment by Iwate-type kiln at
Kōma, Iwate prefecture

山形県釜淵分場における触媒製炭
による白炭がまの試験

Catalytic charcoal making test of
white charcoal at Kamabuchi,
Yamagata prefecture



2. 触媒炭出炭状況 その1
Phot. 25 Output of charcoal



←
1. 山形日がま
A号試験がまの
全景
Phot. 24
Appearance
of kiln A



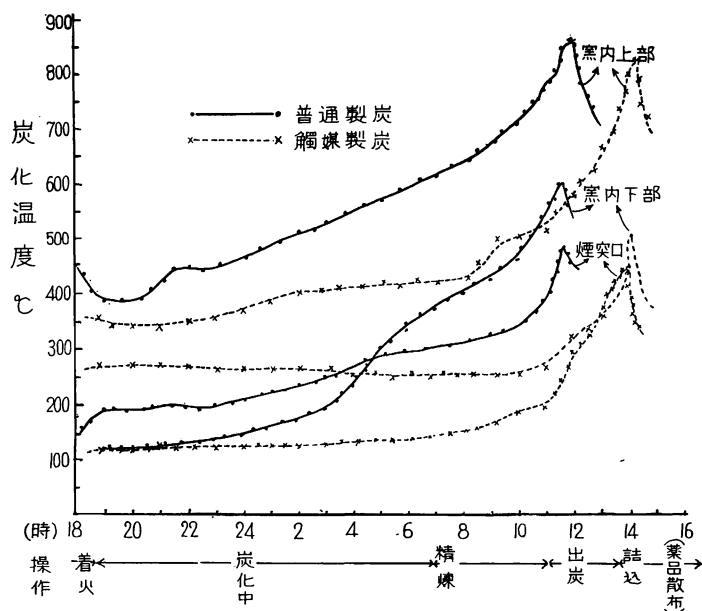
3. 触媒炭出炭状況 その2
Phot. 26 Output of charcoal



←
4. 触媒炭
出炭状況
その3
Phot. 27
Output of
charcoal



5. 触媒炭出炭状況 その4
Phot. 28 Output of charcoal



第29図 炭化温度曲線

Fig. 29 Temperature curve in kiln

2. 2. 2. 5 大分県佐伯営林署青山国有林における白炭がま製炭試験

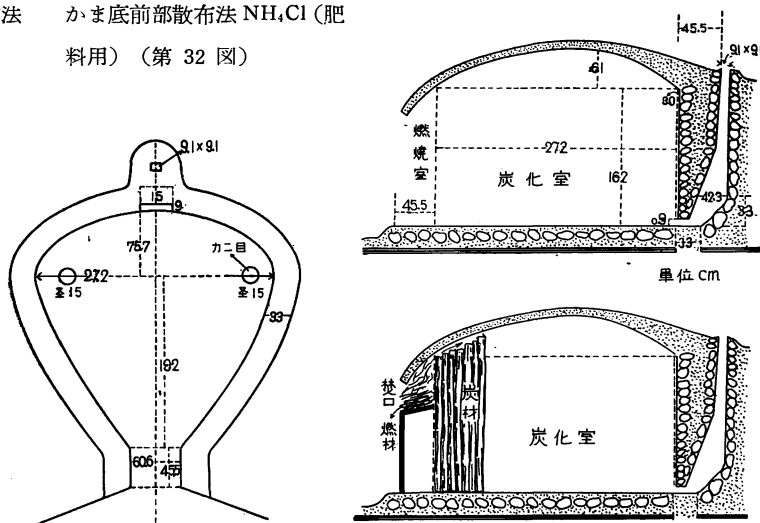
2. 2. 2. 5. 1 試験方法

試験場所 大分県佐伯市青山国有林

試験期日 昭和32年11月30日～33年3月17日

使用製炭がま 日向在来がま (第30図)

薬品使用方法 かま底部部散布法 NH_4Cl (肥料用) (第32図)



第30図 試験用白炭がま

Fig. 30 Sketch and measurement of white charcoal kiln for experiment in Saeki, Ōita prefecture

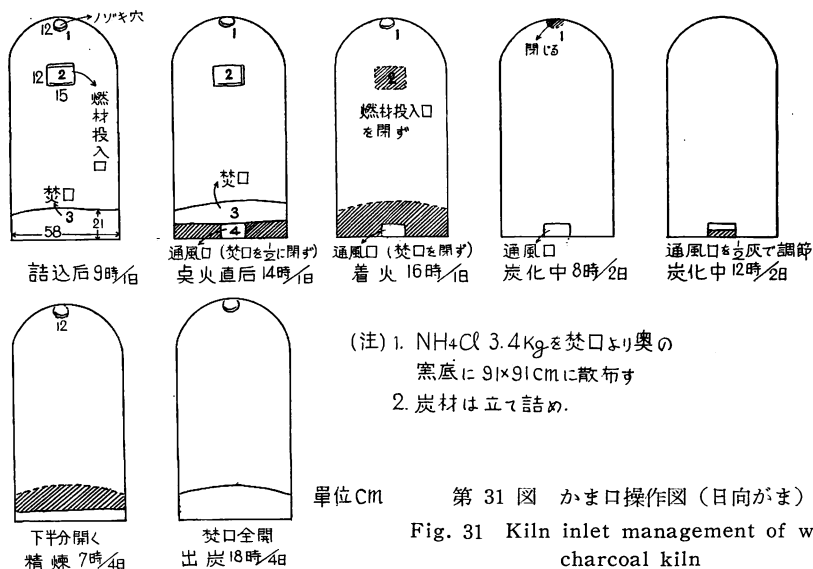
日向がまは山形日がまに比し、大がまであるばかりでなく、炭材はかまが冷却してから、だきかかえて詰め込むために、かまの内部は黒炭がまのように気温に近く冷却しているので、塩安ガスの発生が山形日がまのように容易に行われがたい。また、かま壁高が高く、また、カニ目が天井にあつて上部着火(第30図の2図)を行うため、塩安ガスのかま内じゆんかんが行われにくいので、薬品は短時間に高温になるかまの前部に(第30の2・32図)散布することにした。また、第3回以降は、かま前の炭材を横詰めとし、かま底上1mの高さにこもをしき、この上に散布することにした。製炭は一般日向在来がまの取扱いと同様に行い、製炭温度は前項製炭試験と同様に天井下10cm、かま底上10cm、煙道口の各部位を測定したほか、カニ目についても測定した。炭材はあらかじめ樹種を明らかにし、その重量を測定した。炭化終了後は出炭量を計測し、収炭率を算出した。はじめに普通製炭2回終了の後、触媒製炭を4回くり返し、次に普通製炭を3回くり返し、最後に触媒製炭を2回行つた。この試験は第1回製炭試験を岸本が指導したがその後は佐伯営林署員および青山事業所員によつて行われた。

2. 2. 2. 5. 2 試験結果と考察

試験結果は第34・35・36表、第31・32図に示したが普通製炭の収炭率は平均10.16%であつたが、触媒製炭の収炭率は平均11.67%でその増加率は14.87%であつた。また、普通製炭の出炭量は1回当たり平均345kgであつたが、触媒製炭では平均403.8kgで38.8kgの増収を示した。銘柄別出炭炭数は第36表のとおりで、普通製炭1回当たり24.8俵であつたが、触媒製炭は28.5俵で3.7俵の増加を示し、その増加率は14.91%で、収炭率の増加とほぼ同様であつた。

この製炭試験の結果次のことが観察された。

1. かま底散布の場合は塩安ガスのため、炭化が抑制され、カニ目を閉ざす時間が約12時間延長したがかま底上1mの高さに散布したときは普通製炭とほとんど同様な時間でカニ目を閉ざすことができた。
2. かま底に散布すると炭化の防止に有効であることがみとめられた。
3. カニ目は塩安を使用した場合も普通製炭と同様な時間で閉ざすことが必要である。延長すると炭化



第31図 かま口操作図(日向がま)
Fig. 31 Kiln inlet management of white charcoal kiln

第 34 表 日向がまにおける白炭の触媒製炭試験結果
Table 34. Result of catalytic charcoal making by white charcoal kiln

No.	試 験 月 日	出 炭 月 日	製 法	炭 種	か ま 別	NH ₄ Cl 使用量 (kg)	炭				材		燃 材		出炭重量 kg	収炭率 %	収炭率 の 増加率 %
							処理 法	炭材重量 kg	カ シ 上げ木 kg	ザ ツ 立て木 kg	樹 種	形状% 割 丸	伐 採 月 日	樹種	重量 kg		
3	12.17	12.23	触媒	白	日向在 来がま	3.4	散布	3,223	1,466	1,757	カシ, ザツ	100	12.10~12.17	ザツ	368	390	12.1
4	1. 6	1.16	"	"	"	"	"	2,635	1,031	1,604	"	"	12.25~1.5	"	133	360	13.6
5	1.18	1.22	"	"	"	"	"	3,685	1,122	2,563	"	"	1.14~1.17	"	318	405	10.9
6	2. 8	2.15	"	"	"	4.9	"	3,940	1,537	2,403	"	"	1.25~2.7	"	221	390	9.8
10	3. 9	3.13	"	"	"	"	"	3,548	1,188	2,360	"	"	3.5 ~3.7	"	145	450	12.6
11	3.17	3.22	"	"	"	"	"	3,794	1,500	2,294	"	"	3.7 ~3.11	"	136	420	11.0
															計 2,415	11.67	14.87
															平均 403.75		
1	11.30	12. 4	普通	白	日向在	—	—	3,139	1,196	1,943	カシ, ザツ	100	11.27~11.29	ザツ	566	315	10.0
2	12. 7	12.12	"	"	"	—	—	3,484	1,904	1,580	"	"	12.2 ~12.6	"	408	375	10.7
7	2.17	2.21	"	"	"	—	—	3,567	1,384	2,183	"	"	2.1 ~ 2.7	"	212	345	9.6
8	2.26	3. 3	"	"	"	—	—	3,292	1,982	1,310	"	"	2.1 ~ 2.7	"	193	330	10.0
9	3. 4	3. 8	"	"	"	—	—	3,403	1,454	1,949	"	"	2.26~ 3.1	"	129	360	10.5
															計 1,725	10.16	0
															平均 345		

No.	炭 化 時 間 (時 間)				最高温度 (°C)			備 考
	加熱	炭化	精練	消火	天井	かま底	煙突口	
3	22	80	14	7	590	520	595	(1)塩安をかま口 99 cm の高さに 99×99 cm の広さに散布した。 (2)火入点火後カニ目をふさぐとかま内の上部温度が塩安ガスのため低下した。
4	5	99	14	9	570	900	570	(1)塩安をかま口 99×99 cm のかま床に散布した。
5	5	64	2	7	560	870	562	
6	6	106	8	6	505	935	610	(1)炭材にシイが多く、このため収炭量が少ないと考えられる。
10	19	56	16	7	561	854	785	
11	21	87	4	5	612	980	597	
1	28	51	9	8	460	900	525	{(1)標準木は炭化出炭中に折れ、他と混同し原型を取り出せず。(2)乾燥焚を長くしたため燃材を多く使用した。(3)炭化が予定より早くなつた。排煙のシボリ方が多いためと考えられる。 (1)標準木は炭化出炭中に折れ他と混同す。(2)乾燥焚火のため燃材を多く使用した(焚口上より火入れた)。
2	25	82	9	8	561	873	622	
7	19	56	14	9	612	962	541	
8	20	80	15	8	650	986	715	{(1)焼上出炭後かま内の壁の土が薄くなり、ところどころハゲて落つているので修理(赤土焼土を練りたたきつける)をした。
9	20	56	15	6	615	950	760	

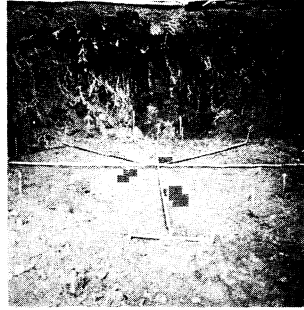
大分県佐伯営林署における日向がまの試験

1. かまづくり

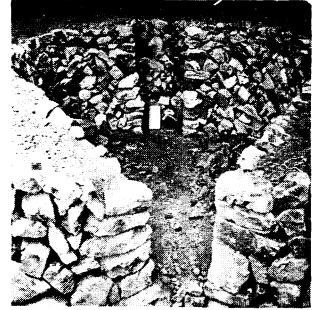
Building process of white charcoal kiln for experiment



1. 古がまとりこわし
Phot. 29 Pulling down of
old kiln



2. かま底径始
Phot. 30 Design of kiln
bottom



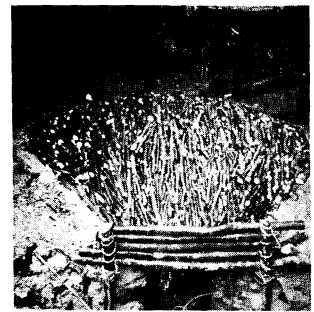
3. かま形完了
Phot. 31 Completion of
kiln forming



4. かま底窯壁の仕上
Phot. 32 Completion of
kiln bottom



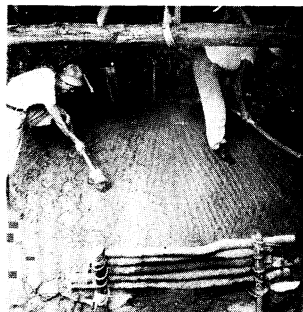
5. 原木立込み
Phot. 33 Cramming of wood



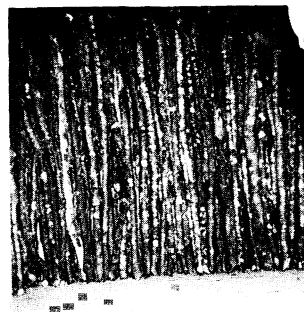
6. 切子盛り
Phot. 34 Heaping of
branch piece

2. 触媒製炭状況

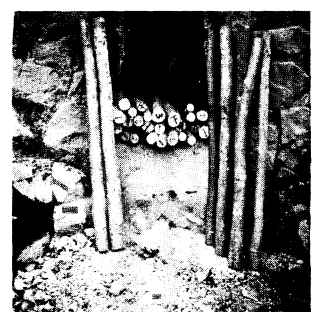
Aspect of charcoal making by white charcoal kiln



7. 甲上げおよび甲じめ
Phot. 35 Construction of
kiln ceiling



1. 炭材詰込み
Phot. 36 Cramming of wood



2. 試験材詰込み
Phot. 37 Test wood



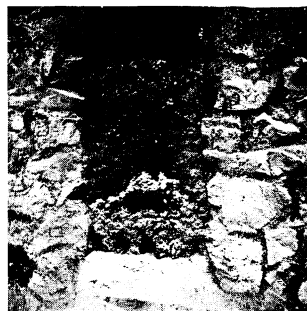
3. か ま 口

Phot. 38 Appearance of kiln inlet before heating



4. 乾 燥 焚

Phot. 39 Heating for drying



5. 点 火 (かま口)

Phot. 40 Beginning of carbonization
(Aspect of kiln inlet)



6. 点 火 直 前 (排 煙 口)

Phot. 41 Beginning of carbonization
(Aspect of smoke outlet)



7. 炭 化

Phot. 42 Aspect of kiln inlet in carbonization stage



8. 炭 化

Phot. 43 Aspect of smoke outlet in carbonization stage



9. 精 練

Phot. 44 Aspect of refining



10. 出 炭
(床ねらし)

Phot. 45 Aspect of bottom refining before output



11. 出 炭
Phot. 46 Output of charcoal



塩 安 の 使 用 準 備
Phot. 47 Preparation of ammonium chloride to use



炭 化 中 の 状 況
Phot. 48 Aspect of carbonization

が多くなる傾向が認められた。

第35表 製炭試験観測表
Table 35. Observation record of catalytic charcoal making

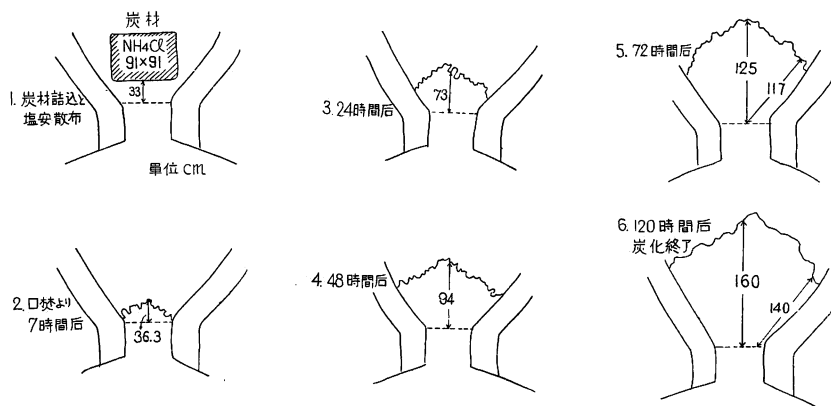
月 日	観測 時間	累計 時間	かま内温度 °C			かま 温度 °C	排温 煙口 °C	カニ 目度 °C	天 候	気温	操 作 (備 考)
			上部	中央部	下部						
1.19	9	1	69	—	19	—	—	119	晴	0.1	8 時30分火入れ。カニ目全開。
	10	2	189	—	20	—	—	130	〃	0.0	
	11	3	220	—	20	—	—	165	〃	2.0	
	12	4	242	—	30	—	—	142	〃	4.0	点火
	13	5	300	—	50	—	50	240	〃	5.0	
	14	6	231	—	49	—	49	—	〃	5.0	
	15	7	222	—	48	—	50	—	〃	5.0	カニ目 1/3 ふさぐ。通風口を作る。
	16	8	182	—	40	—	48	—	〃	4.0	
	17	9	169	—	41	—	50	—	〃	2.0	
1.20	8	24	282	—	90	59	85	—	晴	0.2	ノゾキ穴とじる。カニ目ふさぐ。
	9	25	249	—	89	61	80	—	〃	0.1	
	10	26	249	—	89	62	81	—	〃	0.0	
	11	27	240	—	87	68	82	—	〃	2.0	排煙口 1/3 残す。
	12	28	240	—	88	68	80	—	〃	5.0	
	13	29	235	—	88	69	82	—	〃	7.0	
	14	30	230	—	81	66	72	—	〃	8.0	
	15	31	231	—	85	60	80	—	〃	7.0	
	16	32	230	—	90	60	81	—	〃	5.0	
1.21	17	33	225	—	90	60	81	—	〃	3.0	
	8	48	252	—	120	60	120	—	晴	1.0	
	9	49	255	—	121	60	121	—	〃	2.0	
	10	50	260	—	130	61	130	—	〃	3.0	
	11	51	260	—	132	62	122	—	〃	11.0	
	12	52	259	—	149	58	118	—	〃	12.0	
	13	53	259	—	155	54	140	—	〃	12.0	
	14	54	260	—	161	56	149	—	〃	12.0	
	15	55	268	—	180	54	160	—	〃	10.0	
1.22	16	56	270	—	195	58	171	—	〃	9.0	
	17	57	282	—	211	58	190	—	〃	7.0	
	8	72	410	—	439	82	371	—	晴	0.0	
	9	73	491	—	372	84	385	—	〃	2.0	煙切れる。カニ目 6 cm 開く出炭。
	10	74	550	860	—	76	440	—	〃	4.0	
	11	75	560	870	—	82	512	—	〃	5.0	
	12	76	550	860	—	88	550	—	〃	5.0	
	13	77	550	870	—	92	562	—	〃	6.0	
	14	78	550	810	—	94	500	—	〃	6.0	
1.22	15	79	520	760	—	92	430	—	〃	5.0	出炭終了。
	16	80	—	—	—	—	—	—	〃	—	
	17	81	—	—	—	—	—	—	〃	—	

第36表 銘柄別結果
Table 36. Details of obtained charcoals

区分	銘柄 回次	カ						シ						ザ				ツ				計 (俵)
		小丸		細丸上	割上	上	並	小荒	小丸		上	並	小荒	粉炭								
		上	並						上	並												
普通	初がま	—	—	—	—	3	2	—	—	—	—	—	7	4	2	18						
普通	No. 1	—	—	—	—	4	3	1	—	1	3	7	1	1	22							
〃	2	—	1	—	—	5	8	—	—	—	1	5	4	1	26							
触媒	3	—	2	—	—	7	3	—	—	—	—	14	2	2	28							
〃	4	—	—	—	—	6	4	—	—	—	—	10	4	2	26							
〃	5	—	—	—	—	5	2	1	—	—	—	16	3	2	29							
〃	6	—	—	—	—	4	6	—	—	—	—	14	2	1	27							
普通	7	—	—	—	—	4	5	1	—	—	—	12	1	2	25							
〃	8	—	—	—	—	1	10	3	—	—	—	6	2	2	24							
〃	9	—	—	—	—	4	6	—	—	—	—	11	3	2	26							
塩安	10	—	1	—	—	1	8	1	—	—	—	15	4	1	31							
〃	11	—	1	—	—	3	6	1	—	—	—	14	3	2	30							

注：普通製炭 総計 124 俵 平均 24.8 俵（1回当り出炭量）

触媒 〃 〃 171 俵 〃 28.5 〃（ 〃 ）



第32図 触媒製炭灰化進行状況平面図

Fig. 32 Aspect of ash formation in catalytic charcoal making

2. 2. 3 触媒製炭による木炭の炭質試験

2. 2. 3. 1 工業分析

2. 2. 3. 1. 1 試験方法

触媒製炭による木炭を JIS K 2101 号コークス規格に準じ、工業分析を行つた。その方法は水分は常法により求め、灰分は試料 1g を磁製皿にとり 750°C±25°C で十分空気を通じながら 1 時間焼成後、その残量を灰分とした。揮発分は粉末試料（50～100 メツシュ）1g を白金ルツボにとり、蓋をし炉温 950°C±25°C の中に 7 分間投じ、その減量から水分を除去したものを揮発分とした。また水分、灰分、揮発分の合計を 100 から減じたものを固定炭素とした。

第 37 表 触媒製炭による木炭の工業分析値

Table 37. Industrial analysis of charcoal produced by catalytic charcoal making

区 分	水 分 %	灰 分 %	揮 発 分 %	固定炭素 %
硫 安	5.66	2.43	22.20	69.71
カ リ 安	4.43	4.23	19.51	71.83
尿 素	5.38	1.96	22.56	70.10
塩 安	5.24	2.20	22.31	70.25
無 処 理	4.27	1.92	22.31	71.50

2. 2. 3. 1. 2 試験結果および考察

試験結果は第 37 表に示すごとく、水分、揮発分は無処理のものと差が認められなかつたが、灰分は硫酸処理のものは無処理のものよりわずかに多く、カリ安は KCl を含むため灰分の増加が明らかにみとめられた。

2. 2. 3. 2 塩素の定量

触媒製炭には上記、各種試験の結果、塩安を使用することが実用上有利であることがみとめられたが、塩安処理をすると多少塩安が木炭中に残留する傾向があるので、その量を明らかにするため、次の試験を行った。

2. 2. 3. 2. 1 試験方法

試料は後記(第 42 表)の長野県竹村氏による散布法による黒炭ナラと、後記(第 45 表)東京都五日市町における散布法による白炭カシをとり、別に比較対照のため普通製炭のもの、新潟県能生町産黒炭ナラ、東京都五日市産白炭カシを試料とした。試料は樹皮部あるいは表面約 1~2 mm の部分と材部あるいは芯部とに分ち、おのおの 50~100 メツシュに破碎し、分析試料とした。定量方法は Mohr 法および Semimicro carius 法によつた。Mohr 法は水溶性塩分を硝酸銀で適定する方法で試料 5 g を精秤し、水を加え 250 ml とし、5 分間振とう後、東洋濾紙 No. 2 を 2 枚重ね、濾過した。最初の濾液 50 ml はすて、残りから 100 ml をビベットでとり、0.0282 N 硝酸銀 (1 cc 付 Cl/mg) で 2 %クロムサンカリ 1 ml を指示薬として加え滴定した。煮沸後、冷却せる蒸留水は 100 ml につきこの硝酸銀水溶液を 0.38 ml 消費するため、滴定 ml よりこれを減じた。

Semimicro carius 法は試料中の全塩素量を定量する方法で、試料を硝酸銀 0.1 g、発煙硝酸 0.8 ml とともにボンベンロール中に封じ、250~260°C に 3 時間加熱分解の後、蒸留水 10 ml を加え、水浴中で 30 分間煮沸し、冷却後、沈でんしているハロゲン化銀をガラス・フィルター内に移し、希硝酸 95 % アルコールで洗い 100~105°C で恒量になるまで乾燥して秤量し、次の式で計算した。

$$\text{塩素\%} = \frac{\text{ハロゲン化銀重量} \times 0.2474}{\text{試料採取量}} \times 100$$

2. 2. 3. 2. 2 試験結果および考察

試験結果は第 38 表に示したが、普通製炭の木炭は塩素量はほとんど認められなかつたが、触媒製炭の木炭は明らかに 0.020~0.023 % 認められた。また樹皮部と材部では明らかに樹皮部が、材部より多量に含有されていた。この原因は塩安ガス吸着は表面に多いためであると解される。Carius 法は Mohr 法よ

り多量であるが、実用上は昇華性塩化物が問題となるので Mohr 法の結果が問題になると考えられる。

第 38 表 Cl の 含 有 量
Table 38. Chlorine content of charcoal

処 理	区 別	部 分	分 析 法	Cl 量 %	備 考
NH ₄ Cl 散布法	黒 炭 ナ ラ	樹 皮 部	Carius 法	0.260	長野県駒ヶ根市産 竹村氏製炭
〃	〃	材 部	〃	0.120	〃
〃	〃	樹 皮 部	Mohr 法	0.160	〃
〃	〃	材 部	〃	0.020	〃
〃	〃	全 部	〃	0.020	〃
〃	白 炭 カ シ	〃	〃	0.023	東京都五日市町産
無 処 理	〃 ナ ラ	〃	〃	0.003	新潟県能生町産
〃	〃 カ シ	〃	〃	0.000	東京都五日市町産

2. 2. 4 燃焼試験

2. 2. 4. 1 燃焼試験

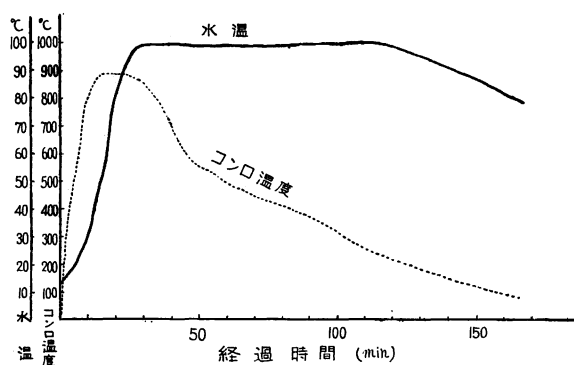
薬品処理した木炭の燃焼状況を明らかにするため下記の試験を行つた。試料は薬品処理した木炭と普通製炭による木炭とをとおの試料とし、その比較を行つた。特に薬品処理した木炭の着火性、立消性、臭気の有無、なべ底の汚損などにつき調査を行つた。

2. 2. 4. 2 試験方法

普通製炭による木炭と薬品処理した木炭とをとおのあらかじめ約 30×35 mm に破碎し、その 200 g をイソライトコンロにとり、直径 22 cm、深さ 12 cm のアルミニウム製ふた付なべに水 2,000 cc を加え、これをコンロ上におきその水温および炉温を測定し、また別に残水量、残炭量、爆跳、臭気の有無などについても調査することにした。燃焼試験後は容器の底の汚損状況を観察した。

2. 2. 4. 3 試験結果および考察

試験結果は第 39 表、第 33・34・35・36 図に示したとおり水温上昇状況、蒸発量、爆跳などは上記製炭法による差異は認められなかつたが、なべ底の汚損状況は薬品処理した木炭のものにわずかに多く認められた (Phot. 50, 51, 52, 53)。だが、一般木炭にも立地状況により昇華性灰分を多く含むものがある



第 33 図 燃 焼 曲 線

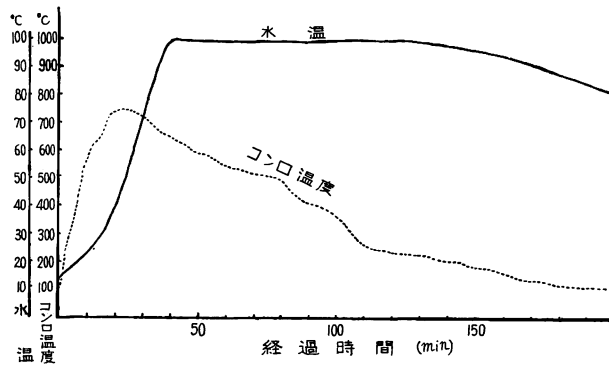
Fig. 33 Temperature curve of charcoal burning (black charcoal, untreated)

ので、薬品処理した木炭に特に昇華性灰分が多いとはいえないが、薬品処理した木炭には前項のとおり少量の塩素が含まれるので、昇華性灰分の存在は推定することができる。

第 39 表 燃 焼 試 験
Table 39. Results of burning test of charcoal

区 分	普 通 製 炭			触 媒 製 炭	
炭 種・樹 種	黒 炭 ナ ラ	黒 炭 ナ ラ	白 炭 ザ ッ	黒 炭 ナ ラ	白 炭 ザ ッ
産 地	福島県小塚試験地	島根県益田市	東京都五日市町	福島県小塚試験地	東京都五日市町
硬度・精練度	6・5	8・3	3・0	5~7・6	7・0
蒸 発 量(cc)	440	449	400	552	467
沸騰水温 (97.5°C) に達する時間 (分)	20	35	34	30	44
沸騰継続時間 (分)	89	94	101	98	76
試験開始から水 温 80°C までの 下降時間 (分)	144	184	195	178	162
最 高 炉 温 (°C)	903	811	584	850	433
最高炉温に達す る時間 (分)	18	24	18	18	30
残 炭 量(g)	3.4	4.9	8.0	3.5	2.6
爆 跳	な し	1小音	な し	な し	な し
臭 気	認められず	"	"	"	"
ナベ底の汚損	な し	僅 少	な し	僅 少	径2~3mmの 斑点付着

注：使用コンロ イソライトコンロ 使用鍋 アルミ製径 22 cm, 深さ 12 cm, 蓋付。
水 量 2,000 cc 木炭使用量 150 g
触媒製炭黒炭ナラは 3 回の平均値, 測温部はコンロ中央の炭の中心部。



第 34 図 燃 焼 曲 線
(黒炭; ナラ; 触媒炭; 精練度 5~6.5; 硬度 8; 島根県)
Fig. 34 Temperature curve of charcoal burning
(black charcoal, treated with chemicals)

觸 媒 製 炭

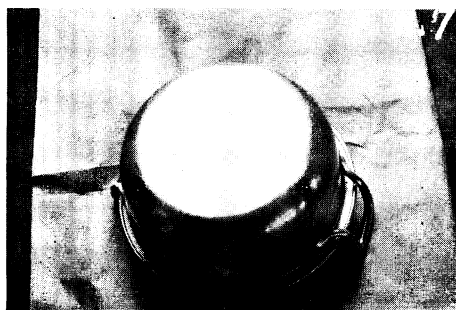


Phot. 49 觸 媒 製 炭
Comparison of treated wood
sample and untreated
wood sample

薬品処理
ウリカエデ
塗布法 (28% NH_4Cl)

無処理
ウリカエデ

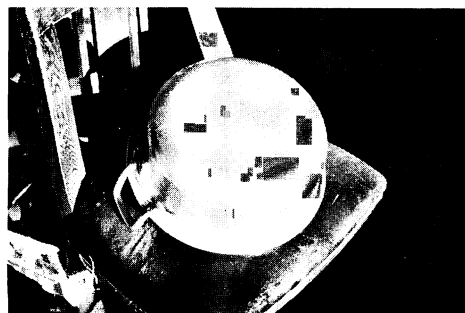
燃 焼 試 験



ナベ底の汚損状況
(市販福島県産黒炭ナラを使用)
Phot. 50 Stain of pan's back by
volatile ash



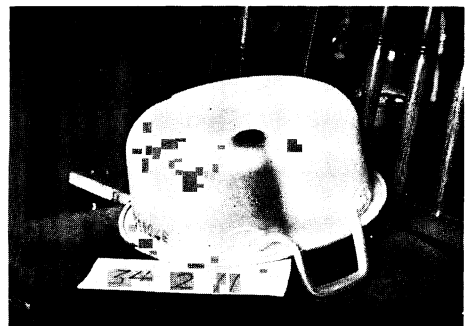
ナベ底の汚損状況
(島根県産触媒炭による)
Phot. 51 Stain of pan's back by
volatile ash



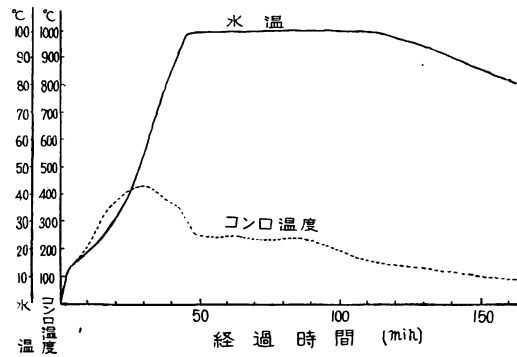
ナベ底の汚損状況
白炭ナラ 触媒炭 (東京都五日市町産)
Phot. 52 Stain of pan's back by
volatile ash



ナベ底の汚損状況
(白炭カシ 無処理 東京都五日市町産)
Phot. 53 Stain of pan's back by
volatile ash

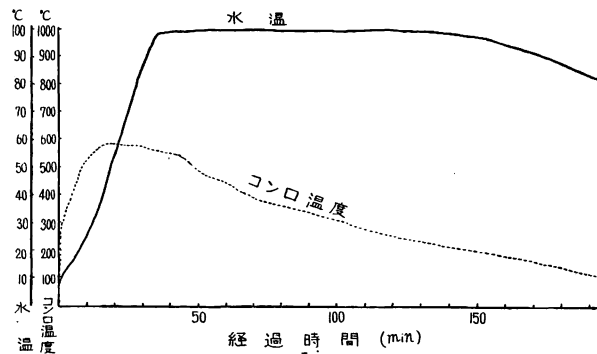


ナベ底の汚損状況
(黒炭ナラ人工処理 2% NaCl で処した
福島県産)
Phot. 54 Stain of pan's back by
volatile ash
(NaCl is artificially added to normally
produced charcoal)



第 35 図 燃 焼 曲 線

(ナラ, 白炭, 触媒炭, 東京都五日市町産)

Fig. 35 Temperature curve of charcoal burning
(white charcoal, treated with chemicals)

第 36 図 燃 焼 曲 線

(カシ, 白炭, 無処理, 東京都五日市町産)

Fig. 36 Temperature curve of charcoal burning
(white charcoal, untreated)

Phot. 54 は木炭を食塩水 2% 溶液 2,000 cc で 2 時間煮沸の後, 乾燥した試料 250 g を前項と同様な条件で燃焼試験を行つたとき, コンロ上においたアルミ鍋の底部についた昇華性灰分で 114 mg 付着していた。触媒製炭を行つた木炭よりいじむしく昇華性灰分が多く, この様な現象を与える木炭は市販木炭にもしばしば散見される。特に海岸地帯の炭材を使用したものに多い。

2. 3 各地における試験結果

著者らは昭和 29 年 9~10 月千葉県筒森国有林で薬品処理による収炭量の増加試験 (前項 2. 2. 2. 1) を行い, その結果を中間発表³⁾⁹⁾¹¹⁾¹²⁾¹³⁾¹⁴⁾したところ, 各地に反響をおこし, 同様な製炭試験を行うものが多数続出するにいたつた。そのうちで林業試験場木炭研究室と連絡をとり, 試験を行つたもののうち, 特に詳細に実験を行つたものにつき示すことにする。

2. 3. 1 岩手県林業試験場における試験

岩手県林業試験場高橋達技師, および畑山謙男技師は肥料用塩安 (A ガラス社製) を使用し, 岩手がまによる触媒製炭実験を行つたが, その結果は第 40 表のとおりであつた。塗布法とは炭材に飽和塩安溶液 (30%) を塗布し, ビニールシート (高さ 120 cm, 幅 84 cm, 長さ 450 cm) にておおい, 15~20 日

第40表 各種処理法別比較
Table 40. Comparison of every treating method

処 理 法	塩安添加量		樹 種	炭 材 重 量			出炭量 kg	収炭率 %	炭化率 %	収炭率 の増率 %	収炭率 指数 %
	重量 kg	率(対 炭材) %		立て木 kg	上げ木 kg	計 kg					
普通製炭	—	—	ナラ ザツ	2,186.0	329.0	2,580.0	439.0	17.0			
〃	—	—	ナラ	2,192.0	444.0	2,223.0	446.0	16.9			
塗 布 法	10.4	0.46	ナラ ザツ	1,839.5	410.6	2,250.1	476.8	21.2	25.8	}12.3	82.2
〃	12.4	0.54	ナラ	1,915.0	397.9	2,312.9	477.6	20.6	25.8		80.0
煮 沸 法	12.4	0.51	ナラ	2,023.5	421.9	2,445.4	437.1	17.9	23.9	}11.2	74.9
〃	11.1	0.45	ナラ	2,050.4	393.9	2,444.3	488.1	20.0	23.6		84.6
浸 漬 法	11.7	0.52	ナラ	1,938.4	310.1	2,248.5	447.6	19.9	24.4	}11.9	81.6
〃	9.4	0.42	ナラ	1,891.7	339.6	2,231.3	452.1	20.3	24.4		83.2
かま底散布法	8.0	0.37	ナラ	1,787.3	366.3	2,153.6	460.9	21.4	23.5	}12.2	91.1
〃	4.0	0.17	ナラ	2,005.6	418.6	2,423.2	483.5	20.0	22.8		87.7

注：大志田がま

間放置して塩安を炭材内部に拡散せしめた後、普通製炭に準じ製炭する方法であり、煮沸法とは製炭前処理として炭材をホロー製タンク（40 l 入）にいった塩安飽和溶液に浸し5分間煮沸する方法をいい、浸漬法とはコンクリート槽中に塩安溶液（15%）を満し、炭材を5日間浸漬する方法をいい、かま底散布法とは、炭材詰め込み後、かま底前方に塩安を散布する方法である。

実験結果は各方法とも収炭率は～12～%増加する結果をえた。塗布法、煮沸法、浸漬法は労力ならびに経費の上から実用しがたく、かま底散布法が実用しやすく、かつ、効果も前記諸方法に劣らない結果をえた。前記諸方法のうち、炭化率を比較すれば塗布法が最も大きく、25.8%に達し、かま底散布法が最も少なく～23%～であつたが塗布法は製炭操作が困難で灰化を起しやすい。収炭率指数は塗布法 80～82 %であるが、かま底散布法は同指数 87～91 %で明らかに塗布法はかま底散布法より少なく、灰化の大きいことを示している。この実験結果では触媒製炭は炭化末期にガス抜き操作を5～6時間行う必要をみとめ、また、塩安ガスが微量吸着されることも明らかにしている。

2. 3. 2 島根県森林道場における煮沸法による触媒製炭試験

実 験 場 所 島根県飯石郡吉田村 島根県森林道場

実 験 期 日 昭和 30 年 4～8 月

使用製炭がま 島根八名式黒炭がま

使用薬品 肥料用塩安（A ガラス社製）

使用 方法 塩安 40 %溶液を 100～90℃ に加熱しながら炭材を5分間処理し、直ちに、かまにつめこみ、普通製炭に準じ炭化した

実 験 者 弘中守技師

実 験 結 果 実験結果は第 41 表に示すごとく、収炭量はこの方法により約 43 %著増したが、木炭には塩安臭が認められた。

第 41 表 島根県森林道場の実験成績

Table 41. Experimental results of catalytic charcoal making at Shimane Forest School

樹種	銘柄	品等	普通製炭	触媒製炭			備考
			4〜5月	6月	7月	8月	
カシ	丸割	並	—	1	—	—	供試試験材は 40 年生 (肥料塩化アンモニアを使用) かまの大きさ 奥 行 330 cm 最大幅 231 〃 かま壁高 99 〃 かま底にレンガを敷く
		並	—	—	2	1	
		上	—	1	2	—	
ナラ	割〃	上	—	1	—	1	奥 行 330 cm 最大幅 231 〃 かま壁高 99 〃 かま底にレンガを敷く
		並	4	5	1	4	
		上	2	2	2	3	
ザツ	丸割	並	1	3	2	1	奥 行 330 cm 最大幅 231 〃 かま壁高 99 〃 かま底にレンガを敷く
		上	1	—	—	—	
		並	—	—	1	—	
粉炭	計	上	2	—	4	3	奥 行 330 cm 最大幅 231 〃 かま壁高 99 〃 かま底にレンガを敷く
		並	2	1	3	4	
		計	2	2	3	3	
合 計			14俵	16俵	20俵	20俵	
煙突口密閉時温度			395℃	380℃	370℃	370℃	40%溶液
処 理 法			—	浸漬法	煮沸法	煮沸法	
処 理 時 間			—	—	5分間	5分間	
塩 安 使用量					22.5 kg	22.5 kg	

2. 3. 3 長野県駒ヶ根市における黒炭がまによる触媒製炭

実 験 場 所 長野県駒ヶ根市中沢

実 験 期 日 昭和 32 年

使用製炭がま 新信濃黒炭がま

使用 薬 品 肥料用塩安 (A ガラス社製)

使用 方法 立炭材の上のかま口に近い約 $1.5 m^2$ の部分に、こもをしき並べ、この上に炭材重量の 0.15 % の肥料用塩安を散布し、普通製炭に準じ炭化した。

実 験 者 竹村喜作

実験結果 実験結果は第 42 表に示すごとく、塩安を約 5.7 kg 使用し、触媒製炭を行つたところ、普通製炭より 8.2 % 収量が増加する結果をえた。

第 42 表 普通製炭と触媒製炭の収炭率の比較

Table 42. Comparison of charcoal yield with normal and catalytic charcoal making

区 分	炭 材 (kg)			燃 材 合 計 kg	収炭率 %	収炭率の 増加率	塩 安 使用量 kg
	コ ナ ラ	ザ ツ	上げ木と 敷 木				
普通製炭	炭材重量	2,208.500	782.250	458.250	375.00	3,824.000	
	木炭重量	403.500	126.350	133.875		658.725	17.3
触媒製炭	炭材重量	2,239.250	761.625	466.875	375.00	3,842.750	
	木炭重量	451.460	163.120	100.000		714.580	18.7

実験場所 岐阜県高山市

実験期日 昭和32年

使用製炭がま 美濃在来黒炭がま（奥行 330 cm, 最大幅 248 cm, 高さ 82.5 cm）

使用薬品 肥料用塩安（Aガラス社製）

使用 方法 炭材詰込み後，立炭材の上に古紙を敷き並べ，その上に塩安を散布した。

実 験 者 野原正人技師

実験結果 実験結果は第 43 表に示すごとく、塩安を使用することにより収量は 2.6～13.5%増加する結果をえたが、収量は塩安の使用量の増加にしたがい増加した。

塩 安 使用量 kg	樹 種	炭 材 重 量 (kg)			出 炭 量 (kg)			収炭率 %	増加率 %
		立て木	上げ木	計	立て木	上げ木	計		
0	ナ ラ, ザ ツ	2,273	466	2,739	383	71	454	16.6	16.65 0
0	ナ ラ, ザ ツ	2,150	480	2,630	392	46	438	16.7	
8	ザ ツ	1,520	300	1,820	220	90	310	17.1	2.6
9	ナ ラ, ザ ツ	1,840	509	2,349	340	69	409	17.4	4.5
13	ナ ラ, ザ ツ	2,000	350	2,350	370	75	445	18.9	13.5
15	ナ ラ, ザ ツ	1,850	300	2,317	364	64	428	18.5	11.0

実 験 場 所 長野県小県郡丸子町

実験期日 昭和32年1~2月

使用製炭がま 長野在来白炭がま（奥行 181 cm, 最大幅 165 cm, 壁高 125 cm）

使用藥品 肥料用塩安

使用方法 かま口より炭材量の 0.26 %に相当する量の塩安を奥部 1/3を残し、他はかま底全面に散布したのち、炭材詰込みをした。

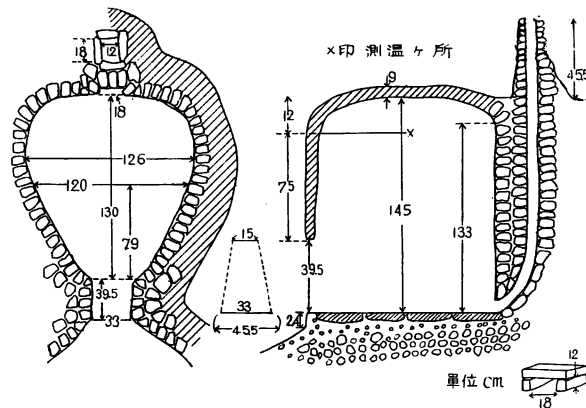
実 験 者 松沢寿司技師

[illegible]

実験結果 実験結果は第44表に示すごとく、普通製炭の平均収炭率は12.5%であつたが触媒製炭は平均14%を示し収量の増加率は12.8%を示した。

2. 3. 6 東京都五日市町における白炭がまによる触媒製炭試験

実験場所 東京都西多摩郡五日市町盆堀
 実験期日 昭和32年3月
 使用製炭がま 白炭がま 奥行142cm, 最大幅138cm, かま壁高145cm (第37図)
 使用薬品 肥料用塩安 (Aガラス社製), すみの友 (A調味料社製)
 使用方法 炭材を約80%詰め込み後, かま口より塩安を天井部に向つて全面散布した。
 実験者 高橋治郎・吉村愛福
 実験結果 実験結果は第45表に示したが, 塩安使用の場合はしからざる場合の10.2~13.0%の収炭率の増加を示した。



第37図 実験がま寸法

Fig. 37 Sketch and measurement of experimental kiln

第45表 散布法による白炭がま製炭実験結果

Table 45. Results of catalytic charcoal making at Itsukaichi

回次	区分	日・留別	薬品使用量 (肥料用塩安) g	炭材重量 kg	樹種	燃料重量 kg	出炭量 kg	収炭率 燃料含まず %	増加率
1	普通製炭	留	0	530	ザツ丸	60	63.800	11.70	0
2	触媒製炭	日	1,625	430	ザツ丸	60	53.250	12.32	5.3
3	〃	日	1,125	492	ザツ丸	50	63.750	12.90	10.2
4	〃	日	1,125	446	ザツ割	45	59.250	12.22	13.0
5	〃	留	1,500	545	カシ丸	35	84.375	15.40	樹種異なる ※ (31.6)

注：カシ……アラカシ ザツ……サクラ・シデ・ネジキ・ケヤキ・フサザクラ・ハウノキ・ヤシヤブ
 シ・ウリカエデ 15~30年生

第 46 表 西多摩郡五日市町の白炭がまにおける例

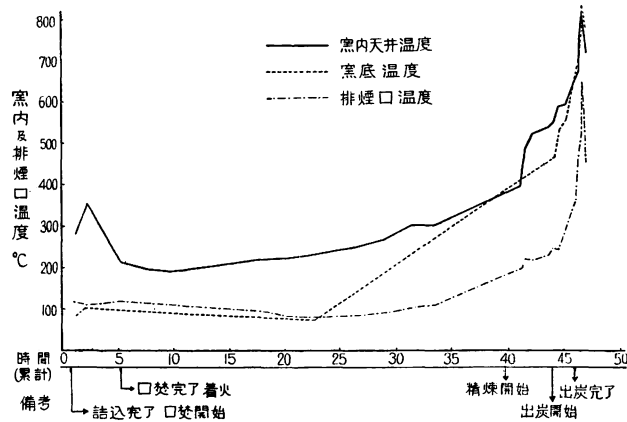
Table 46. Results of catalytic charcoal making using "Sumi-no-tomo"
(consist of NH_4Cl , KCl and some organic substances)

区 別	樹 種	薬品使用量 (炭の友) kg	炭 材 量 kg	製炭量 kg	収炭率 %	同増加率 %
普 通 製 炭	ザ ツ	0	482.0	48.2	10.0	0
触 媒 //	ザ ツ	1	483.7	59.5	12.3	23

第 47 表 触媒製炭実験 (第 2 回) 実験野帳 (ザツ)

Table 47. Observation record of catalytic charcoal making

月 日	時 刻	時間累計	かま内温度 °C		排煙口 °C	気 温 °C	備 考
			天 井	かま底			
3. 19	11. 55	—	370	—	—	—	立込み開始 詰込み完了 口焚開始 全 開
	12. 20	0.25	—	—	—	—	
	12. 30	0.35	—	97	135	—	
	1. 00	1.05	—	92	120	—	
	1. 30	1.35	—	95	119	19	
	2. 00	2.05	—	92	117	—	かま口ふさぐ 着火
	2. 30	2.35	—	95	110	—	
	2. 50	2.55	220	110	116	—	
	3. 07	3.12	278	110	120	—	
	4. 00	4.05	250	110	120	—	
	4. 40	4.45	240	105	110	—	9×9 cm (煙道口)
	5. 00	5.05	240	107	122	—	
	5. 30	5.35	240	110	120	19	
	6. 15	6.20	240	112	127	11	
	8. 10	8.15	260	114	128	8	
	10. 00	10.05	280	120	130	8	6 時 50 分土留め取りはじめ
	3. 00	15.05	382	155	150	3	
	6. 00	18.05	419	269	218	—	
	6. 45	18.50	495	302	254	—	
	7. 00	19.05	570	330	253	—	
	7. 15	19.20	580	350	270	—	青 煙
	7. 20	19.25	605	372	258	7	
	7. 40	19.45	632	380	265	7	
	7. 55	20.00	642	390	268	—	
	8. 15	20.20	620	400	225	—	
	8. 45	20.50	640	430	240	12	土留め取終り
	9. 06	21.11	650	443	272	—	
	9. 30	21.35	640	470	300	12	
	9. 50	21.55	650	490	332	—	
	10. 20	22.25	700	560	372	—	
	10. 30	22.35	710	580	388	13	
	10. 50	22.55	742	650	400	13	
	11. 00	23.05	750	700	410	—	
	11. 15	23.20	750	720	420	—	
	11. 25	23.30	730	700	460	—	
	11. 35	23.40	710	720	500	—	出炭開始 : : : 出炭終了
	11. 45	23.50	750	756	520	—	
	11. 55	24.00	780	778	700	—	
	12. 00	24.05	670	—	—	—	
	12. 05	24.10	—	—	—	—	



第38図 触媒製炭実験炭化曲線 (第2回)

Fig. 38 Temperature curve in kiln and smoke outlet

2. 3. 7 岩手県木炭協会における白炭がまによる触媒製炭試験

実験場所 岩手県江刺郡江刺町
 実験期日 昭和33年3～4月
 使用製炭がま 白炭がま
 使用薬品 肥料用塩安 (Aガラス社製およびU社製)
 使用方法 炭材を約90%詰込み後、かま口からかま全面に出炭予定量の約1%に相当する塩安を散布した。
 実験者 佐藤留男・及川長一・伊藤満洲男らによる。
 実験結果 実験結果は第48表に示したが、塩安を使用した場合にはしからざる場合より収炭率は23.46%増加する結果を示した。

2. 3. 8 群馬県における白炭がまによる触媒製炭試験

実験場所 群馬県吾妻郡吾妻町大字松谷
 実験期日 昭和33年7～8月
 使用製炭がま 準吉田式白炭がま (奥行210cm, 最大幅150cm, 壁高144cm)
 使用薬品 塩安 (U社製)
 使用方法 炭材をほとんど詰込み後かま口から炭材重量の約0.2%に相当する塩安をかま全面に散布した。
 実験者 大谷勇技師
 実験結果 実験結果は第49表に示したが、塩安を使用することにより収炭量は16～23%増加する結果をえた。

第 48 表 白炭がまによる

Table 48. Results of catalytic charcoal making

No.	試験 月日	出炭 月日	製炭者	製炭 法	処理 別	炭種	かま 別	NH ₄ Cl 重量 kg	炭材 重量 kg	樹令 年	太サ cm	形状 割丸	% 丸	伐採 月日	燃 材		出炭 重量 kg	収炭 率 %	増加 率 %		
															樹種	重量					
1	3.26	3.28	伊藤満洲男	触媒	散布	白	留	1.500	855.0 228.0	17	9	70	30	3.24 3.25	ザ	ツ	26.0	130.3	15.21		
2	3.28	3.30	〃	〃	〃	〃	〃	1.500	915.0 244.0	17	9	70	30	3.26 3.27	〃	〃	26.0	139.5	15.24		
3	3.30	4. 1	〃	〃	〃	〃	〃	1.350	885.0 236.0	〃	〃	60	40	3.28 ~30	ク	リ	22.3	134.5	15.21		
4	4. 24	4. 4	及川長一	〃	〃	〃	〃	1.500	900.0 240.0	20	〃	85	15	3.28	ザ	ツ	26.0	139.5	15.50		
5	4. 34	4. 5	佐藤留男	〃	〃	〃	〃	1.310	805.0 215.0	30	10.5	90	10	3.30	〃	〃	13.0	120.0	15.25		
6	4. 74	4. 9	〃	〃	〃	〃	〃	1.500	950.0 254.0	〃	〃	100	—	4. 2	ク	リ	18.8	144.5	15.15		
平均																			15.26	23.46	
7	3.11	3.13	伊藤徳三郎	普通	—	白	日	—	657.0 176.0	14	小割 調整	50	50	3. 8	柴	木	30.0	87.3	13.16		
8	3.13	3.15	伊藤啓吉	〃	—	〃	〃	—	695.0 186.0	12	7.5	30	70	3.10	〃	〃	18.8	27.2	10.37		
9	3.15	3.16	上村久之	〃	—	〃	〃	—	500.0 131.8	—	7.5	—	—	3.14	〃	—	59.0	12.02			
10	3.24	3.26	伊藤満洲男	〃	—	〃	留	—	830.0 222.0	17	9	70	30	3.20	ザ	ツ	18.8	110.0	12.16		
11	3.31	4. 2	及川長一	〃	—	〃	〃	—	945.0 252.0	20	9	80	20	3.28	ホウ, その他 ザ	ツ	22.3	124.5	13.39		
12	4. 14	4. 3	佐藤留男	〃	—	〃	〃	—	930.0 248.0	30	10.5	90	10	3.30	ク	リ	18.8	121.4	13.10		
平均																			12.36	0	

第 49 表 白炭がまによる触媒製炭実験結果の一例

Table 49. Results of catalytic charcoal making by white charcoal kiln in Gunma

区分	樹種	炭材重量 (kg)			薬品 使用量 kg	出炭量 kg	収炭率 %		増加率 %	炭化時間 (時間)		
		立て木	燃材	合計			対立木	対立木 + 燃材		口焚	炭化	精練
普通	ナラ ザツ クリ	1,320.112	43.625	1,404.237	0	155.710	11.17	11.08	0	1	103	10
		40.500										
触媒	ナラ ザツ クリ	1,284.125	69.000	1,417.990	2.625	175.575	13.00	12.40	16.3	2	100	9
		64.875										

注：薬品は炭材重量に対し 0.2 %

触媒製炭実験成績表
by white charcoal kiln in Iwate

炭化時間(時間)				備考
加熱	炭化	精練	消火	
17.00	20.00	8.00	2.00	(1)樹種はケヤキ 60 %, サクラ 40 %。 (2)炭質良好にして平均硬度ケヤキ 12 度, サクラ 8 度であつた。
18.00	20.00	8.00	2.00	普通製炭ナラの場合は平均して 13 %ほどであるから毎回 2 割以上の増収である。
15.00	22.00	8.00	2.00	
18.00	19.00	8.00	2.00	炭化時間合計 47 時間炭化は比較的順調で炭質も良好であつた。
16.00	23.00	6.00	1.30	(1)普通製炭の仕方では 4 ないし 5 時間程度炭化時間が遅れるので炭化操作で普通炭の製炭時間に出炭するようにした。(2)精練開始は青煙から実施した。 (3)樹種はイタヤ 60 %, サクラ 40 %の割合であつた。(4)温度計は使用。
13.00	25.00	8.00	2.00	(1)普通炭の製炭は精練を 6 時間程度にしているが触媒製炭のため 8 時間を要したためか炭質は平常より良質であつた。(2)操作も普通と変りなく時間的にも同様で若干炭化が鈍い。
19.30	21.30	8.00	1.00	
13.00	17.00	7.00	1.00	塩安使用がまも完全燃焼していて木炭中に臭気がない。
22.30	3.50	1.40	—	塩安使用のときより炭化時間は短縮されている。
16.00	20.00	9.00	2.00	
18.00	20.00	8.00	2.00	
15.00	24.00	6.00	1.30	

3. むすびのことば

無機塩類が木材炭化に際し触媒機作を有することは従来多くの試験例で明らかであつたが、製炭の際、木炭の収得率を多くすることを目的として行われた試験はなかつた。そこで実用的見地から、使用薬品には肥料を使用して製炭試験を行い、その使用効果、使用方法につき試験した結果をここに取りまとめた。試験はおがくずを使用する基礎実験にはじまり、次に炭材の一部を使用するすみがま試験に移り、つぎに炭材全部を使用する製炭試験を行い、これらの木炭の炭質試験、燃焼試験もあわせて行つた。薬品使用方法も濃厚液を塗布し、ビニールシートにて数週間おおい、十分薬液を木材中に拡散せしめた後、炭化する方法(これを塗布法という)、炭材を濃厚液に浸漬する方法(これを浸漬法という)、炭材を濃厚液で煮沸する方法(これを煮沸法という)、炭がま中に薬品を散布し、昇華させることにより炭材に付着させる方法(散布法という)につきおのおの試験し、後者の散布法が最も実用的効果があるので、この散布法による

製炭試験を国内各地で行った。これらの試験結果を総括すれば次のとおりであるが、この試験は国内各地の製炭家に大きく反響し、各地で追試が行われたのでそれらのうち木炭研究室と連絡し、特に厳密に行われた製炭実験結果についてあわせ報告した。

1) おがくずに硫酸、尿素、塩安、カリ安等の肥料を加え炭化したところ、収炭量は無処理のものより約 2 倍に増大した。その際硫酸、尿素は臭気等の欠点が認められたが、塩安は比較的障害が少ない結果を示した。

2) 木片を 2 つ割とし、その一方に塩安濃厚液を塗布し、無処理のものとともに恒温恒湿室に 1 ～数週間貯蔵後炭がまだ同時に炭化し、炭化率を比較したところ、処理炭材は無処理炭材より 10 ～ 35 % 増加した。特に軟質材は早期に効果が認められ、かつ効果も著大であつたが、硬質材は貯蔵に長期間を要し、効果も少なかつた。溶液の濃度が大なるほど、および薬液を加熱した場合には効果が大きかつた。

3) 塩安を昇華せしめ、そのガス気流中で炭化した場合にも効果が認められたが、塗布あるいは浸漬したものの効果はなかつた。また薬は粒状より粉状の方が効果が大きかつた。

4) 薬液の浸透をはかるため 2, 3 の浸透剤を用いたが著効は認められなかつた。

5) 千葉県筒森国有林で清澄地方改良黒炭がまを使用し、炭材に薬液を塗布後ビニール・シートでおおい、数日間貯蔵の後炭がまに詰め込み、製炭した結果によると、無処理の場合は平均出炭炭数 52.2 俵であつたが処理した場合には平均 60.5 俵に著増した。薬品使用量は炭材量の約 0.12 % で収支は明らかに (+) であつた。

6) 上記方法は効果は認められたが労力、および容器を要し、実用には不適であつたので、炭がま中に塩安を散布し、炭化の際塩安が昇華する性質を利用し、炭材表面に塩安を付着する方法（散布法）につき小塚試験地、釜淵、好摩分場、佐伯営林署青山国有林で黒炭がまおよび白炭がまにつき、おのおの製炭試験を行い、それぞれ有効な結果をえた。黒炭がまについては効果が少なかつたが、この場合でも標準炭材には著効が認められたことから推定すれば、薬品を使用するために炭化状況が変化し、製炭夫が炭がまの調節を誤り灰化を多大にひき起すためと解された。白炭がまでは製炭操作に特に変化がなく、一般白炭製炭に準じて炭がまを操作できるので製炭夫も操作を誤るおそれが少なく、木炭の収得量は 15 ～ 30 % 増大し、特に軟質材、小型の炭がまには著効が認められた。

7) 触媒製炭によりえられた木炭の炭質試験を行つたところ、工業分析結果には差異は認められなかつたが、塩素含有量を分析したところ、その表面樹皮部に 0.16 %、材部に 0.02 % 存在することが明らかになった。

8) 上記の木炭につき燃焼試験を行つた結果によると、熱効率、立消、爆跳その他燃焼状況には差異は認められなかつたが、昇華性灰分がわずかに存在することが認められた。昇華性灰分は一般木炭にも存在するものがある。

9) 木炭研究室が協力し、国内各地で多数行われた民間団体篤志製炭家の触媒製炭実験結果の一部を末尾にあわせ示したが、白炭がま～15%、黒炭がま～10%の収得量の増加が報告された。

文 献

- 1) 三浦伊八郎・西田乞二：木材化学, (1948) p. 537
- 2) BASSETT: Chem. Met. Eng., 20 (1919) p. 190
- 3) SCHORGER: J. Ind. Eng. Chem., 17, 944 (1925)
- 4) PALMER: J. Ind. Eng. Chem., 10, 264 (1918)
- 5) HAWLEY: J. Ind. Eng. Chem., 14, 43 (1922)
- 6) 大政正隆：日林誌, 83, 15 (1924)
- 7) 三浦伊八郎：東大農学部紀要, 9, 2, (1927)
- 8) 岸本定吉：林業技術, 165 (1955)
- 9) ————：山林とやま, 51, (1956)
- 10) ————： “ , (1957)
- 11) 杉浦銀治：山脈, 8, 2, (1957)
- 12) 岸本定吉： “ , 8, 2, (1957)
- 13) ————：肥料, 1, (1957)
- 14) ————：山林, 883, (1958)
- 15) 阿部寛・吉川康夫・綿木多満喜：林試報, 98, (1957)
- 16) JENTZSCH, H., JELITTO, K.: HOLZ, R. W., 11, 12 (1953)
- 17) 森本博・斎藤文春：建築学会関東支部 (1956)
- 18) 立花太郎：日化, 63, (1942) p. 924
- 19) N. A. RICHARDSON: Chem. Ind., 59 (1937)

Studies on Charcoal Making (Report 4)
Effect of chemicals upon the increase of charcoal yield

Sadakichi KISHIMOTO, Ginji SUGIURA, Fusako ABE, Akira YAMAGUCHI
 and Genji UNRININ

(Résumé)

The purpose of these studies is to make clear the effect of some inorganic chemicals that increase the yields of charcoal in charcoal making.

Kinds of chemicals, relation between amount of chemicals and charcoal yields, using method in practical charcoal making and properties of exhausted smoke and charcoal produced are investigated in the laboratory and in actual charcoal kilns.

The results of test are as follows:

1. Chemical fertilizers are suitable inorganic chemicals for this purpose in respects of effect, price, and easiness to obtain.

Sawdust was soaked in ammonium sulphate, ammonium chloride, urea, and some fertilizer's (including KCl and NH_4Cl) solution, dried and then carbonized. Increase of

charcoal yield reached 35~55% which equals twice as much as the normal. When ammonium sulphate or urea is used, charcoal has some odour, and in the case of ammonium sulphate sulphur dioxide comes out. Ammonium chloride causes comparatively little trouble.

2. Among the fertilizers above mentioned, ammonium chloride is most convenient in respects of ease of use, yield increasing effect, and less trouble in using. The properties of charcoal carbonized with ammonium chloride are almost equal to those obtained in normal charcoal making. Ammonium chloride sublimates at 339°C. and, on the other hand, heat decomposition of wood occurs between 150° and 400° C. and when wood is carbonized in a Japanese charcoal kiln, the kiln temperature rises in the upper part at first, carbonization begins near the ceiling and proceeds gradually downwards. Accordingly, if a small amount of ammonium chloride is scattered in kiln inlet or upper layer of wood, it sublimates with the progress of carbonization and adheres to the uncarbonized, lower temperature wood and diffuses to all wood materials in the kiln. Thus we can expect an excellent catalizing effect of this chemical by carbonization of wood.

3. Wood material for charcoal making is daubed with 28% ammonium chloride solution and then covered with vinyl chloride sheets for two weeks. After the ammonium chloride has soaked into the wood, the treated wood materials are crammed into the kiln and carbonized. As the result of such treatment, charcoal yield increased about 20%. The effect of this chemical is greater in the case of soft charcoal producing woods such as *Arnus* species, than in hard charcoal producing woods such as *Quercus* species. Wood material for charcoal making is soaked in boiling ammonium chloride solution. After the chemical has permeated into the wood, the treated wood is carbonized in the kiln. According to this method, effect of chemical is considerable; however an appreciable amount of ammonium chloride remains in the charcoal, and an odour of ammonium chloride is noticed when burning. The two methods of catalytic charcoal making above mentioned require some equipment and excessive labour; consequently it is difficult to apply them in practical charcoal making. In spite of lower charcoal yield increase than that of these two methods, the ammonium chloride scattering method previously mentioned is easy and handy to apply, and we believe that this method has most practical value.

4. Practical charcoal making by the scattering method was tested in the white charcoal kiln (Yamagata pref., Oita pref.) and the black charcoal kiln (Fukushima pref., Iwate pref.). In the case of white charcoal kiln, about 0.1~0.15% of ammonium chloride is applied to the woods by scattering to inlet part of kiln after cramming of all charcoal wood material, and then the carbonization was started. Charcoal yield percentage increased by 15~30%. In the case of black charcoal kiln, an equal amount of ammonium chloride is scattered upon a straw matting laid on the main wood materials for charcoal. Charcoal yield increases only 5%. The effect of ammonium chloride on wood carbonization is that the time required for carbonization is prolonged, and carbonization temperature is lower than that of normal charcoal making. At the final stage of carbonization, ammonium chloride gas is detected in exhaust smoke. Therefore, when ammonium chloride is used, the refining must be started earlier and the draft outlet made about twice as large as normal. By means of such treatment, we can promote the carbonization and remove ammonium chloride gas rapidly and completely. It is to be noted that ammonium chloride should not be used in succession because of the fact that a portion of ammonium chloride sticks on the wall of the kiln.

5. According to the results of analysis of charcoal produced with the use of ammonium chloride, this charcoal has an aspect similar to normally produced charcoal, but has fewer splint, an homogeneous quality, and a bigger specific gravity and hardness. However, it contains about 0.16% of chlorin in bark and 0.02% in wood, and burning test proves that it contains a little amount of volatile ash. As to calories, sparks, and properties of going out, no remarkable difference is found in comparison with the charcoals normally produced.